



**HAL**  
open science

# Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur. Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation depuis la Libération.

Christian Hamon

## ► To cite this version:

Christian Hamon. Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur. Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation depuis la Libération.. Education. Université Paris Descartes (Paris 5), 2012. Français. NNT: . tel-01913044

**HAL Id: tel-01913044**

**<https://hal.science/tel-01913044>**

Submitted on 5 Nov 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License



---

École doctorale n° 180 « SHS »

---

**Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation  
depuis la Libération.**

---

Christian HAMON

---

Thèse de doctorat, sciences de l'éducation,  
sous la direction de M. LEBEAUME Joël, Professeur des Universités.

---

Soutenue le 19 juin 2012

---

Membres du jury :

Pr. Jacques GINESTIÉ	Université d'Aix-Marseille
Pr. Pierre KAHN	Université de Caen
Pr. Jean-Louis MARTINAND	ENS Cachan
Pr. Philippe GIRARD	Université Montesquieu Bordeaux IV
Pr. Pierre LAMARD	Université de technologie de Belfort-Montbéliard
Pr. Joël LEBEAUME	Université Paris Descartes
Pr. Jean-Jacques LESAGE	ENS Cachan
M. Dominique TARAUD	Inspecteur général de l'Éducation nationale STI

---

**Thèse - Volume I / V**

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Laboratoire Éducation et Apprentissage (EDA).

Équipe d'accueil (EA 4071) du département sciences humaines et humanités de l'Université Paris Descartes. Sorbonne Paris Cité.

Centre Universitaire des Saints-Pères. 45, rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06.

## Dédicace et remerciements

### Dédicace

À Nathalie pour son aide, sa patience et son soutien indéfectible.

À Amel.

### Remerciements

À Joël Lebeaume, directeur disponible, compétent et rigoureux qui a su me guider et m'accompagner pendant quatre années ;

Aux membres du jury ;

À Ignace Rak ;

Aux chercheurs du laboratoire STEF où j'ai préparé mon master, notamment aux membres du groupe disciplines technologiques, sciences et professions, à Michael Huchette, Jean Lamoure, Martine Paindorge, ainsi qu'à François-Marie Blondel et Philippe Varin pour leur aide technique dans le traitement des photographies prises aux archives nationales ;

Aux personnes dont les témoignages oraux ont apporté une dimension humaine à un travail reposant principalement sur l'analyse de données disponibles sous forme de traces écrites : MM. Raoul Cantarel, Jean-Paul Chassaing, René Ducel, Claude Hazard, Dominique Siciliano et Jean Tardiveau, inspecteurs généraux de l'éducation nationale ;

Mmes et MM. Jean-Pierre Desbordes, Brigitte Ferry, Maurice Letourneau, Nicolas Mathieu, Marinette Solais, Serge Soursou et Christian Teixido, professeurs de l'enseignement technique et technologique ; MM. Djemil Chafai, Claude Jouineau et Pierre Moriceau, au nom de l'Association française pour l'analyse de la valeur (AFAV) ;

À Xavier Sido pour la mise à disposition de ses archives personnelles ;

Au personnel, disponible et aimable, des services publics sans qui la recherche ne serait pas possible, notamment ceux des bibliothèques de l'ENS Cachan (centrale et Durkheim) et de Paris Descartes, des médiathèques du CRDP de Paris et du CDDP des Hauts-de-Seine, des archives nationales de Paris et de Fontainebleau ;

A l'Association française pour le développement de l'enseignement technique (AFDET) pour l'accès à ses sources documentaires et à ses archives, et tout particulièrement à Mme Rochereau ;

A Mme Audrey Philippe pour l'accès aux sources documentaires et aux archives du cabinet Apte ;

A MM. Benoît Descamps et Fulvio Filippini de l'agence nationale enseignement de la société Schneider ;

A la bibliothèque de l'Institut de recherches historiques sur le syndicalisme dans les enseignements du second degré (IRHSES) pour l'accès à sa collection de revues syndicales ;

Et à Marielle pour sa traque des fautes et son respect des normes typographiques.

# Sommaire du corps de la thèse

(Table des matières en fin de volume III, p. 518)

## - Volume I -

### *I - Une contribution à l'étude didactique de la disciplinarisation*

1 - Introduction .....	4
2 - Le processus de disciplinarisation .....	24
3 - L'enquête historique .....	37

### *II - La configuration de l'enseignement technique*

4 - L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes .....	61
5 - La création du baccalauréat mathématiques et technique (1945 / 1947) – Les réformes de l'enseignement technique .....	88
6 - Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique – Les nouveaux enjeux de l'enseignement technique .....	125
7 - L'essor avant les grands changements (1948 / 1958) – Le paradigme des organes de machines .....	153

## - Volume II -

### *III - La secondarisation de l'enseignement technologique*

8 - Entre incorporation et spécialisation, la mutation de l'enseignement technique (1959 / 1969) – Le paradigme des machines .....	181
9 - Différenciation professionnel / technologique et avènement des génies (1970 / 1978) – Le paradigme des objets techniques .....	223
10 - L'intégration de la technologie au lycée (1979 / 1984) – Le paradigme des systèmes automatisés .....	254

### *IV - La disciplinarisation de la technologie*

11 - Le décloisonnement des spécialités des enseignements technologiques (1985 / 1991) – Le paradigme des systèmes pluritechniques .....	289
12 - L'entrée de la technologie dans les classes préparatoires (1992 / 1999) – Le paradigme des chaînes fonctionnelles .....	331
13 - L'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie (2000 / 2009) – Le paradigme de l'approche système .....	372

## - Volume III -

### *V - L'achèvement du processus de disciplinarisation*

14 - L'après 2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie – Le paradigme de la démarche de l'ingénieur .....	399
15 - La disciplinarisation de l'enseignement de la technologie – Un processus spécifique .....	431
16 - Perspectives de recherche, propositions pour l'enseignement et questions prospectives .....	453

# *I – Une contribution à l'étude didactique de la disciplinarisation*

## **1. Introduction**

La fin de la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle est marquée par une série de changements qui affecte l'ensemble du système éducatif français, de l'école à l'université. L'ambition de la recherche présentée dans les pages qui suivent est d'en comprendre le fondement, le processus et l'enracinement historique.

### **1.1 Les bouleversements et les changements contemporains**

La recherche présentée ici s'intéresse prioritairement à l'enseignement de technologie industrielle<sup>1</sup>. Au lycée, celui-ci est profondément bouleversé à partir de 2011, notamment avec le nouveau baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D). Afin de saisir le sens de ce bouleversement, il convient d'examiner l'ensemble des modifications qui affectent les différents segments scolaires. Une étude étroite cadrée sur la technologie industrielle risquerait d'analyser partiellement le processus de réforme engagé. En effet, contrairement aux travaux initiaux d'histoire des enseignements centrés sur un enseignement ou une discipline, il est essentiel, comme Joël Lebeaume (2010)<sup>2</sup> le souligne, d'examiner à l'échelle curriculaire les mouvements d'ensemble. À cet égard, la présentation des modifications récentes et en cours privilégie un point de vue plus étendu de l'école élémentaire à l'université.

Aussi, même si un regard plus attentif est porté sur les enseignements de technologie, il est nécessaire dans un premier temps de recenser les modifications réglementaires qui affectent les missions, l'organisation et les contenus d'enseignement aux différents étages de l'architecture du système scolaire.

#### **1.1.1 L'école de base**

L'école primaire a pour mission de transmettre et de faire acquérir à chaque élève les connaissances et compétences fondamentales qui seront nécessaires à la poursuite de sa scolarité. Les huit années du primaire, école maternelle et école élémentaire, sont organisées en trois cycles : le cycle des apprentissages premiers des petites, moyennes et grandes sections de maternelle ; le cycle des apprentissages fondamentaux composé du cours préparatoire (CP) et de la première année du cours élémentaire (CE1) ; le cycle des approfondissements constitués de la deuxième année du cours élémentaire (CE2) et des deux années de cours moyen (CM1 et CM2). Les nouveaux programmes d'enseignement<sup>3</sup> de ce premier niveau de la scolarité obligatoire s'adossent au socle

---

<sup>1</sup> Par opposition notamment à la technologie qualifiée de tertiaire.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2010a). *Vers la technologie pour tous les collégiens : genèse d'une discipline. Pour une approche curriculaire de l'histoire des enseignements scolaires*. Colloque international. Réformer les disciplines scolaires XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles. Caen 29 et 30 septembre.

<sup>3</sup> Arrêté du 9 juin 2008. BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008. Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire. <ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2008/hs3/hs3.pdf>

commun de connaissances et de compétences<sup>1</sup> institué par la loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école de 2005<sup>2</sup>. Ce socle commun s'organise en sept compétences (ou sept piliers) définies par décret en 2006<sup>3</sup>, chacune d'elles étant décrite en termes de connaissances, de capacités et d'attitudes. Un livret personnel de compétences,<sup>4</sup> à la fois outil d'évaluation et de validation du socle commun et outil de suivi personnalisé de l'élève, atteste de la maîtrise des connaissances et compétences des trois paliers du socle commun. Il suit l'élève de l'école primaire à la fin de la scolarité obligatoire. Ce livret devient informatisé à la rentrée 2011. Des évaluations sont organisées nationalement aux deux premiers paliers (CE1 et CM2) afin d'apprécier les acquis de chaque élève.

Initiés en 2008, les changements introduits au niveau du primaire ont, selon les propos du ministre Xavier Darcos (2008)<sup>5</sup>, pour but de « *diviser par trois, en cinq ans, le nombre d'élèves qui sortent de l'école primaire avec de graves difficultés et diviser par deux le nombre d'élèves ayant pris une année de retard dans leur scolarité.* ». Pour atteindre ces objectifs, la taille réduite des programmes et la liberté pédagogique accordée aux maîtres s'accompagnent de l'obligation de s'assurer et de rendre compte régulièrement des acquis de chaque élève.

### **L'école maternelle**

Les nouveaux programmes de l'école maternelle doivent permettre aux enfants de réussir les apprentissages premiers. L'analyse de ces programmes indique que dans le cadre des enseignements de la découverte du monde, les enfants découvrent la matière (en coupant, en modelant, en assemblant, en agissant sur les matériaux usuels comme le bois, la terre, le papier, le carton, l'eau...) et le vivant. Ils découvrent également les objets techniques de la vie courante (lampe de poche, téléphone, ordinateur...) et comprennent leur usage et leur fonctionnement : à quoi ils servent et comment on les utilise. Il s'agit d'une familiarisation avec les objets usuels.

### **L'école élémentaire**

Comme par le passé (Joël Lebeaume, 2008)<sup>6</sup>, à l'école élémentaire comme à l'école maternelle les programmes correspondent à une progressive différenciation disciplinaire, avec des horaires clairement identifiés, et intègrent l'histoire des arts, l'instruction civique et morale et l'éducation au développement durable. Initialement, seuls le français et les

---

<sup>1</sup> La maîtrise des principaux éléments de mathématiques ; une culture humaniste et scientifique permettant le libre exercice de la citoyenneté ; la pratique d'au moins une langue vivante étrangère ; la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication.

<sup>2</sup> Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école n° 2005-380 du 23 avril 2005 (dite loi Fillon). <http://www.education.gouv.fr/bo/2005/18/MENX0400282L.htm>

<sup>3</sup> Décret du 11 juillet 2006. BO du 20 juillet 2006. Relatif au socle commun de connaissances et de compétences et modifiant le code de l'éducation.

<http://www.education.gouv.fr/bo/2006/29/MENE0601554D.htm>

<sup>4</sup> Arrêté du 14 juin 2010. Livret personnel de compétences. Circulaire n° 2010-087 du 18-6-2010. Mise en œuvre du livret personnel de compétence.

<http://www.education.gouv.fr/cid52377/mene1015788a.html> ;

<http://www.education.gouv.fr/cid52378/mene1015809c.html>

<sup>5</sup> Darcos Xavier (2008). *Présentation des nouveaux programmes du primaire*. Conférence de presse du 20 février 2008.

<sup>6</sup> Lebeaume Joël (2008b). *L'enseignement des sciences à l'école. Des leçons de choses à la technologie*. Paris : Delagrave.

mathématiques disposent de repères officiels pour organiser la progression annuelle des apprentissages et fournir aux enseignants des objectifs précis et communs à toutes les écoles. Cette disposition est étendue en 2012<sup>1</sup> aux autres enseignements (éducation physique et sportive, langue vivante, découverte du monde, instruction civique et morale, sciences expérimentales et technologie, histoire, géographie). Les enfants préparent également un B2i<sup>2</sup> école.

Dans le cycle des apprentissages fondamentaux, la découverte du monde recouvre les mêmes domaines d'étude qu'en maternelle (monde du vivant, de la matière et des objets). Ces éléments de programmes (premier palier) s'inscrivent dans la compétence 3 du socle commun : « *Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique* ». Les objectifs sont par exemple : utiliser les unités usuelles de mesure ; estimer une mesure ; observer et décrire pour mener des investigations...

Dans le programme du cycle des approfondissements des classes de CE2, CM1 et CM2, les enfants abordent les sciences expérimentales et les technologies<sup>3</sup> avec pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature et celui construit par l'homme. Les contenus se structurent également autour de la matière, de l'énergie et des objets techniques tels que les circuits électriques alimentés par des piles, les leviers et balances, les objets mécaniques et la transmission de mouvements. Parmi les objectifs de ce deuxième palier, il s'agit de pratiquer une démarche d'investigation, savoir observer, questionner ; exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques..., d'éveiller l'intérêt pour les sciences et la technologie<sup>4</sup>.

### ***Le collège***

Les quatre années du collège sont organisées en trois cycles : le cycle d'adaptation (classe de sixième) ; le cycle central (classes de cinquième et quatrième) et le cycle d'orientation (classe de troisième). Les contenus des programmes réécrits en 2008<sup>5</sup> s'adosent également au socle commun. En fin de 3<sup>e</sup>, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. L'élaboration de cette représentation passe par l'étude de sujets essentiels pour les individus et la société, six thèmes de convergence<sup>6</sup> abordés dans les différentes disciplines constituent des éléments d'une culture partagée. A compter de 2011, la maîtrise des sept compétences du socle commun est nécessaire pour obtenir le diplôme national du brevet<sup>7</sup> (DNB), celui-ci sanctionne les connaissances et compétences acquises pendant

---

<sup>1</sup> BO n° 1 du 5 janvier 2012. Cycle des apprentissages fondamentaux. Progressions pour le cours préparatoire et le cours élémentaire première année. Cycle des approfondissements. Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen.  
[http://media.education.gouv.fr/file/1/58/7/programmes\\_ecole-primaire\\_203587.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/1/58/7/programmes_ecole-primaire_203587.pdf)

<sup>2</sup> Brevet Informatique et Internet

<sup>3</sup> Les technologies d'élaboration et de transformation des matériaux par exemple.

<sup>4</sup> Ici la technologie est entendue en tant que domaine disciplinaire

<sup>5</sup> Arrêté du 9 juillet 2008. BO spécial n° 6 du 28 août 2008. Programmes des enseignements de mathématiques, de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège.  
[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_6/53/1/Programme\\_technologie\\_33531.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_6/53/1/Programme_technologie_33531.pdf)

<sup>6</sup> Importance du mode de pensée statistique, environnement et développement durable, météorologie et climatologie, énergie, santé, sécurité.

<sup>7</sup> Arrêté du 9 juillet 2009. BO n° 31 du 27 août 2009. Modalités d'attribution du diplôme national du brevet.  
<http://www.education.gouv.fr/cid42635/mene0916156a.html>

la période du collège, il atteste la maîtrise du socle commun au palier 3. Les collégiens préparent également le B2i collège.

Dans cette perspective, la technologie intervient en continuité de l'enseignement indifférencié de sciences expérimentales et de technologie de l'école élémentaire. Les nouveaux programmes de technologie sont bouleversés par la transformation des contenus, organisés désormais en domaines d'activités : transports, habitat et ouvrages, confort et domotique. L'enseignement intégré de science et technologie (EIST) implanté dans 400 collèges en 2012 apparaît en filigrane dans les programmes. Les discours sont empruntés aux sciences, ainsi, les élèves sont initiés à la démarche d'investigation et apprennent à agir dans une perspective de développement durable en relation avec les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique. La démarche d'investigation et les activités d'observation, de manipulation, d'expérimentation, de fabrication et d'assemblage d'objets techniques répondant à une situation problème sont présentés comme le cœur de l'enseignement en technologie. Cependant les discours de la technologie au lycée sont aussi présents, notamment les notions de chaîne d'informations (acquérir, traiter, transmettre) et de chaîne d'énergie (alimenter, distribuer, convertir, transmettre) repris par ailleurs dans les manuels scolaires (Bittighoffer, 2009)<sup>1</sup>. Pour chacune de ces chaînes fonctionnelles, il s'agit d'identifier les éléments qui les composent, et de les schématiser par des blocs fonctionnels. Ces contenus sont répartis sur les trois cycles du collège et organisés suivant un même schéma selon six approches : l'analyse du fonctionnement d'un objet technique, les matériaux utilisés, les énergies mises en œuvre, l'évolution de l'objet technique, la communication et la gestion de l'information et les processus de réalisation d'un objet technique.

Le cycle d'adaptation privilégie l'étude des objets techniques simples ou peu complexes. L'élève analyse le besoin relatif à l'objet, sa constitution, son fonctionnement, son évolution au cours du temps. Cette activité s'accompagne de la découverte et la mise en œuvre de moyens élémentaires de fabrication et de l'usage raisonné des technologies de l'information et de la communication.

Dans le cycle central les objets se diversifient. L'analyse d'objets plus complexes permet d'aborder les questions actuelles de réalisation et d'élimination des produits (objet matériel), les outils de programmation et de modélisation du réel sont privilégiés.

Le cycle d'orientation est l'occasion pour l'élève d'effectuer la synthèse de connaissances propres à la technologie et de mettre en valeur sa créativité : il conçoit et réalise dans le cadre d'un projet, un (ou plusieurs) objet pluritechnologique et un média numérique de communication en relation avec ce projet.

Ainsi, de l'école au collège, au travers des enseignements de la découverte du monde puis des sciences expérimentales et de la technologie l'élève va-t-il progressivement découvrir, comprendre et décrire des objets usuels, puis finalement analyser et représenter à l'aide d'outils de description fonctionnels et structurels des objets techniques plus complexes en prenant en compte, dans le cadre d'un projet, l'importance du choix des matériaux et des énergies mis en œuvre et des outils de communication.

---

<sup>1</sup> Bittighoffer Vincent, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2009). *Technologie 4<sup>e</sup>*. Paris : Nathan.



La classe de troisième, dernière année du collège, constitue à elle seule le cycle d'orientation qui mène au lycée ou à l'apprentissage. À l'issue de cette première étape de son parcours scolaire, le collégien est susceptible d'avoir acquis une culture scientifique et technologique de base nécessaire à tout citoyen. Ainsi, pour nombre d'élèves, est-ce à ce stade que s'arrête l'approche scolaire du monde de la technologie ; pour les autres, en fonction de leurs goûts et de leurs aptitudes, les voies professionnelle, générale et technologique du secondaire offrent un éventail de choix d'enseignements à caractère technologique.

### 1.1.2 Les voies de spécialisation

L'objectif de : « *Mieux orienter chaque lycéen, mieux l'accompagner dans son parcours scolaire, adapter le lycée à son époque* » (Éduscol, 2011)<sup>1</sup> s'inscrit dans le cadre des principes généraux de l'éducation édictés par la loi de 2005<sup>2</sup>.

Pour atteindre ces objectifs, la réforme du lycée s'appuie sur une autonomie accrue des établissements. Cette autonomie est rendue possible par un rôle élargi du conseil pédagogique, la globalisation des horaires dont une partie de la répartition par classe est laissée à l'initiative du chef d'établissement et par l'accompagnement personnalisé des élèves dont l'organisation et le contenu sont laissés à l'entière responsabilité des équipes éducatives locales. La possibilité de changement de voie d'orientation peut être réalisée en cours ou en fin d'année, et elle est facilitée par la mise en place de tutorat (assuré par un professeur qui aide, conseille et guide l'élève dans son parcours de formation et d'orientation) et des stages passerelle (pour prévenir les redoublements ou permettre un changement d'orientation).

La présentation des changements en cours au lycée permet de dresser un tableau d'ensemble de la nouvelle structuration des enseignements dispensés à partir de la rentrée scolaire 2010 dans les trois voies du second cycle du second degré : la voie professionnelle, la voie technologique et la voie générale qui mènent respectivement aux baccalauréats professionnel, technologique et général<sup>3</sup>.

Il y a lieu cependant de distinguer le lycée général et technologique et le lycée professionnel. En effet, l'orientation des élèves vers ces différentes voies s'opère après une classe de seconde générale et technologique commune ou dès la classe de seconde pour l'enseignement professionnel. Ainsi la formation au lycée professionnel comporte-t-elle un cycle unique de trois années tandis que la formation au lycée général et technologique s'organise selon un parcours en deux cycles, un cycle de détermination, commun aux élèves de seconde, suivi d'un cycle terminal dans une des séries générales ou technologiques, en classes de première et terminale. L'ensemble des lycéens préparent le B2i lycée.

---

<sup>1</sup> Site Éduscol de la direction de l'enseignement scolaire du ministère de l'Éducation nationale. Réforme du lycée : ce qui change. <http://www.eduscol.education.fr/cid49773/reforme-du-lycee.html>

<sup>2</sup> Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école, *op. cit.*

<sup>3</sup> Pour l'histoire des baccalauréats, voir : Marchand Philippe (2010). *Le baccalauréat, 1808-2008. Certification française ou pratique européenne ?* Actes du colloque « Le baccalauréat et la certification des études secondaires : exception française ou pratique européenne ? » Lille, 14 au 16 mai. Villeneuve-d'Ascq : Revue du Nord, INRP.

## ***La classe de seconde générale et technologique***

Malgré d'importantes modifications apportées à la rentrée 2010<sup>1</sup>, la seconde générale et technologique reste une classe de détermination. La nouveauté réside dans l'introduction de modules d'enseignement d'exploration (en remplacement d'enseignements de détermination), d'une durée hebdomadaire de 1 h 30, dont la finalité est la découverte de nouvelles disciplines. Les élèves choisissent obligatoirement deux enseignements, dont un dans le domaine de l'économie (sciences économiques et sociales ou principes fondamentaux de l'économie et de la gestion) et un à vocation scientifique et technologique (méthodes et pratiques scientifiques, sciences de l'ingénieur, création et innovation technologiques, sciences et laboratoire) ou littéraire (littérature et société, latin, grec, une troisième langue vivante) ou encore artistique (création et activités artistiques).

Les nouveaux enseignements d'exploration de sciences de l'ingénieur (SI) et de création et innovation technologiques (CIT)<sup>2</sup> valorisent les supports essentiellement virtuels. Cette organisation légère devrait permettre d'accroître le nombre d'établissements proposant des enseignements à caractère technologique et ainsi de drainer davantage d'élèves vers les formations supérieures scientifiques. Ces enseignements ont en commun de s'appuyer sur les acquis des programmes de technologie du collège, le recours aux technologies de l'information et de la communication et sur des thématiques communes (la mobilité, le sport, la santé, l'habitat, l'énergie, la communication, la culture et les loisirs, les infrastructures, la bionique, la dématérialisation des biens et des services).

L'enseignement d'exploration sciences de l'ingénieur (SI) a pour objectif, selon les textes officiels, de faire découvrir les relations entre la société et les technologies, dans les domaines des produits manufacturés pluritechnologiques ou de l'habitat et des ouvrages. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit, à un moment donné, est conçu et réalisé, à quel besoin il répond et quel est son impact dans la société et sur l'environnement. Les activités proposées aux élèves (analyse de systèmes, exploitation de modèles, initiation aux démarches de conception...) permettent d'aborder les compétences et démarches telles que « *approfondir la culture technologique, représenter, communiquer, simuler, mesurer un comportement* ».

L'enseignement d'exploration création et innovation technologiques (CIT) permet de faire le lien avec d'autres disciplines, pour appréhender l'impact de toute innovation technologique sur les évolutions sociétales et environnementales. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit s'inscrit dans une évolution technologique, à partir de quelles découvertes, inventions et innovations technologiques il est apparu et comment une démarche de créativité est indispensable au développement des innovations technologiques. Les activités proposées aux élèves (analyse des évolutions de plusieurs générations de produits, échange au sein d'une structure pour expliquer et convaincre...) permettent d'aborder les compétences et démarches telles que

---

<sup>1</sup> Arrêtés des 27 janvier et 1<sup>er</sup> février 2010. BO spécial n° 1 du 4 février 2010. Organisation et horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole. <http://www.education.gouv.fr/cid50479/mene0929855a.html>

<sup>2</sup> Les enseignements d'explorations SI et CIT prennent la place des enseignements d'initiation aux sciences de l'ingénieur dont la durée hebdomadaire était de 3 heures.

« *appréhender les bases d'une culture de l'innovation technologique, mettre en œuvre une démarche de créativité, communiquer ses intentions* ».

### **La voie générale**

La voie générale conduit à des poursuites d'études dans les classes préparatoires aux grandes écoles et les sections de techniciens supérieurs (STS) des lycées, dans l'enseignement supérieur et en université dont les instituts universitaires de technologie.

La voie générale est organisée selon trois séries distinctes, chacune structurée selon différents profils, au choix des élèves :

- la série L, à dominante *littéraire*, et ses quatre profils : lettres-langues vivantes, lettres classiques, lettres-arts, lettres-mathématiques ;
- la série ES, à dominante *sciences économiques et sociales*, et ses deux principaux profils : sciences économiques et sociales et sciences économiques-mathématiques ;
- la série S, à dominante *scientifique*, et ses cinq profils : mathématiques, sciences expérimentales (physique-chimie ou sciences de la vie et de la terre), sciences de l'ingénieur, biologie-écologie (préparé dans les lycées agricoles). En terminale S, existent des enseignements optionnels de spécialité, en informatique et sciences du numérique, en physique-chimie, en mathématiques ou en sciences de la vie et de la terre.

Seul le profil sciences de l'ingénieur de la voie scientifique, appelé communément baccalauréat de sciences de l'ingénieur ou bac S\_SI, comporte des enseignements de technologie à caractère industriel. Les nouveaux programmes pour la rentrée 2011<sup>1</sup> mettent l'accent sur les défis à relever dans les prochaines décennies (accès à l'eau, à l'énergie, à l'alimentation, à l'habitat, au transport, à la santé, à l'éducation et à l'information). La nécessité d'assurer un développement durable exige la formation d'ingénieurs et de chercheurs aux compétences scientifiques et technologiques pluridisciplinaires de haut niveau, capables d'innover, de prévoir et de maîtriser les performances des systèmes pluritechnologiques complexes. Les contenus d'enseignements technologiques de la série scientifique se structurent à partir des compétences analyser, modéliser, expérimenter et communiquer. Le programme a subi un recentrage sur des activités scientifiques, et intègre les grandes questions sociétales et environnementales. Il n'est plus centré exclusivement sur le génie mécanique et le génie électrique. Une des particularités des enseignements en travaux pratiques, l'intervention simultanée de deux professeurs dans le même laboratoire, est appelée à disparaître. Une réduction horaire d'une heure en première ramène l'horaire hebdomadaire élève à 7 heures, l'horaire global de 8 heures en terminale restant inchangé<sup>2</sup>.

### **La voie technologique**

La voie technologique conduit à des poursuites d'études dans les classes préparatoires aux grandes écoles et les sections de techniciens supérieurs des lycées,

<sup>1</sup> Arrêté du 27 janvier 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique.

<sup>2</sup> L'horaire intègre deux heures de projet pluritechnologique encadré (PPE).

dans l'enseignement supérieur, en université y compris dans les instituts universitaires de technologie.

À la rentrée 2011, la voie technologique est réorganisée en cinq séries principales :

- la série STG (sciences et technologies de la gestion), rénovée depuis 2005<sup>1</sup>, a remplacé la série STT (sciences et technologies tertiaires), elle-même remplacée par la série STMG (sciences et technologies du management et de la gestion) en 2012. À l'issue de la classe de première STMG, les élèves optent pour une spécialité parmi les principaux champs des sciences de gestion : systèmes d'information de gestion, gestion et finance, mercatique et ressources humaines et communication.
- à la rentrée de l'année scolaire 2007, la série ST2S (sciences et technologies de la santé et du social) a remplacé la série SMS (sciences médico-sociales) ;
- la nouvelle série STL (sciences et technologies de laboratoire) ne comprend plus que deux spécialités : biotechnologies d'une part, sciences physiques et chimiques en laboratoire d'autre part ;
- la série STD2A (sciences et technologies du design et des arts appliqués) remplace la spécialité arts appliqués de l'ancienne série STI (sciences et technologies industrielles) ;
- la série STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable) remplace la série STI (sciences et technologies industrielles). Elle comprend quatre spécialités : innovation technologique et éco-conception (ITEC), systèmes d'information et numérique (SIN), énergies et environnement (EE) et architecture et construction (AC).

Les séries STL, STD2A et STI2D partagent le même enseignement général.

Enfin, il faut signaler deux séries particulières, l'hôtellerie et la technique de la musique et de la danse (TMD), préparées à partir d'une classe de seconde spécifique ainsi que la survivance de quatre brevets de technicien<sup>2</sup> (BT) de niveau équivalent au baccalauréat (agencement, dessinateur en arts appliqués, dessinateur maquettiste et métiers de la musique).

Comme pour le baccalauréat scientifique sciences de l'ingénieur de la voie générale, seule la série STI2D<sup>3</sup> comporte des enseignements de technologie à caractère industriel. Entièrement restructuré, le baccalauréat technologique industriel passe de douze options (six options des différents baccalauréats de génie industriel plus les six options du baccalauréat de génie mécanique) à quatre spécialités (annexe 1-1)<sup>4</sup>. Il est important de remarquer que, tout en conservant ses références industrielles, un

---

<sup>1</sup> Décret n° 2005-996 du 17 août 2005. BO n° 31 du 1<sup>er</sup> septembre 2005. Règlement général du baccalauréat technologique.

<sup>2</sup> Diplôme créé par le décret n° 52-178 du 19 février 1952.

<sup>3</sup> Arrêté du 27 mai 2010. JORF n° 0122 du 29 mai 2010, p. 9716. Portant organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et « sciences et technologies de laboratoire (STL) ».

<sup>4</sup>Annexe 1 : filiation entre les baccalauréats technologiques STI et les spécialités du nouveau baccalauréat technologique STI2D *Innovation technologique et éco-conception (ITEC), systèmes d'information et numérique (SIN), énergies et environnement (EE) et architecture et construction (AC)*.

glissement significatif des dénominations est opéré des grands secteurs d'activités industrielles (mécanique, électronique...) vers des domaines économiques plus généraux (énergie, information, architecture, éco-conception).

« Déspécialisation » et « déprofessionnalisation » apparaissent comme les deux mots clés de la rénovation de la voie technologique STI2D. En effet, plus que d'un changement d'étiquette il s'agit, selon le doyen du groupe STI de l'inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN) Norbert Perrot (2010b)<sup>1</sup>, d'une déspécialisation des enseignements technologiques et d'une déprofessionnalisation des formations initialement créées pour les techniciens de l'industrie, entérinées par la disparition dans les programmes des travaux d'usinage et de réalisation d'objets ou d'ouvrages. Comme l'indique le site de la direction de l'enseignement scolaire du ministère de l'Éducation nationale (Éduscol, 2011)<sup>2</sup> « *Les séries technologiques STI [...] sont rénovées pour être plus attractives et favoriser la poursuite d'études, notamment vers les métiers d'ingénieur et de technicien supérieur* »<sup>3</sup>, ainsi, dans le cadre de cette recomposition, certaines options du baccalauréat STI génie mécanique (systèmes motorisés, structure métallique, productique bois ou matériaux souples) ont globalement laissé place à des baccalauréats professionnels.

Parmi tous les diplômes rénovés de la voie technologique, le baccalauréat STI2D est celui qui connaît le plus de changement. Les horaires<sup>4</sup> sont uniformisés ainsi qu'une partie des contenus qui, structurés autour du triptyque « matière, énergie, information », forment un module technologique, véritable tronc commun aux quatre spécialités d'un unique baccalauréat. Pour l'éditorialiste et rédacteur en chef de la revue *Technologie* « *Cette rénovation de la voie technologique est certainement la plus importante de son histoire* » (Philippe Taillard, 2010)<sup>5</sup>.

Enfin, d'autres changements interviennent. L'enseignement de physique appliquée, spécificité jusqu'alors des baccalauréats STI (de 3 heures et jusqu'à 8 heures en première et en terminale suivant les spécialités), disparaît au profit d'un enseignement commun de physique-chimie sur le modèle du baccalauréat scientifique (3 heures en première et 4 heures en terminale). Une deuxième langue vivante est introduite dans les enseignements obligatoires (ce peut être une langue régionale). Autre nouveauté, une heure d'enseignement technologique dispensée en langue anglaise est prise en charge conjointement dans la classe par un enseignant d'une spécialité technologique et un enseignant de langue vivante.

Ainsi cet ensemble de modifications constitue-t-il pour la voie technologique industrielle un véritable bouleversement. Celle-ci tend à se fondre avec la voie générale scientifique avec laquelle elle partage dorénavant la finalité de préparer aux études scientifiques et technologiques supérieures longues, c'est-à-dire d'atteindre le niveau du

---

<sup>1</sup> Perrot Norbert (2010b). *Réforme de la série STI : « Une déprofessionnalisation complète et assumée des enseignements »*. Entretien accordé à l'AEF. Agence d'informations spécialisées - enseignement et formation. 22 décembre 2010. Dépêche n°142758.

<sup>2</sup> Éduscol, <http://eduscol.education.fr/pid23937-cid51907/les-series-technologiques-renovees.html>

<sup>3</sup> Éduscol, *op. cit.*

<sup>4</sup> 13 heures en première et 15 heures en terminale (dont une heure d'enseignement en langue anglaise) à raison de 7 heures en première et de 5 heures en terminale d'enseignements technologiques transversaux (ou tronc commun) et de 5 heures en première et 9 heures en terminale d'enseignement spécifique selon la spécialité retenue.

<sup>5</sup> Taillard Philippe (2010). L'avenir des STI s'écrit avec 2 D. *Technologie*, 169, 1.

bac + 5. De plus, l'ouverture à la rentrée 2011 de sections STI2D dans de grands lycées parisiens<sup>1</sup> est un signal lancé en direction des familles. Dorénavant la voie technologique a vocation à mener aux classes préparatoires aux grandes écoles.

### ***La voie professionnelle***

La voie professionnelle a été la première rénovée à partir de 2009 pour attirer davantage d'élèves et augmenter le nombre de bacheliers professionnels. Cette voie prépare, dans des conditions proches de celles de l'entreprise, à l'exercice d'un métier, elle professionnalise. Elle permet d'accéder au baccalauréat professionnel (Bac pro) en trois ans après la classe de troisième. Selon le ministre Xavier Darcos (2007)<sup>2</sup>, la généralisation du bac pro en trois ans, doit donner à la voie professionnelle une dignité comparable à celle des voies générale et technologique. Dispensé au sein de lycées professionnels, l'enseignement est en relation avec l'entreprise et ses métiers afin de faire acquérir des compétences et des connaissances générales et professionnelles. Un tiers environ des 80 baccalauréats professionnels (annexe 1-2)<sup>3</sup> relève de l'industrie, en référence à un des domaines de l'aéronautique, de l'automobile, de l'industrie électrique, de la plasturgie, de la mécanique, de l'énergie..., et cela dans les secteurs d'activités de la maintenance, de la production ou de l'exploitation.

Même si la finalité de cette voie reste l'insertion professionnelle au niveau IV de l'échelle des qualifications (annexe 1-3)<sup>4</sup>, la rénovation qui s'achève en 2011 a fixé quatre axes principaux : l'élévation du niveau de qualification des jeunes, leur insertion professionnelle, leur poursuite d'études dans l'enseignement supérieur et la réduction du nombre d'élèves sortant du système scolaire sans diplôme. C'est ainsi que la rénovation a permis la mise en place de nouvelles modalités d'organisation et de nouveaux programmes en enseignement général, le passage d'un diplôme intermédiaire (CAP ou BEP)<sup>5</sup> et l'instauration de passerelles au sein de la voie professionnelle ou vers la voie générale et technologique. Aussi, avec un alignement sur les baccalauréats généraux et technologiques, la mesure phare de cette rénovation est l'harmonisation des durées de formation au sein des différents types de lycées. En effet comme le précise le site Éduscol<sup>6</sup>, l'organisation du cursus de bac pro sur trois années<sup>7</sup> est rendue possible suite à la rénovation des BEP ce qui permet d'éviter les redondances entre ces deux formations.

Cependant malgré cette harmonisation de la durée de formation, les bac pro conservent leurs nombreuses spécificités : une orientation à l'issue de la classe de troisième ; des horaires annualisés<sup>8</sup> comportant une période de formation de 22

---

<sup>1</sup> Chaptal, Janson-de-Sailly, Louis-le-Grand et Paul-Valéry.

<sup>2</sup> Darcos Xavier (2007). *La rénovation de l'enseignement professionnel*. Discours du 6 septembre à Châlons-en-Champagne.

<sup>3</sup> Si l'on tient compte de toutes les options, il y a 108 bac pro répertoriés. Consulté le 12 février 2011. <http://www.cncp.gouv.fr/grand-public/resultat>

<sup>4</sup> Circulaire n° II/67/300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale. Classification des niveaux de formation.

<sup>5</sup> Certificat d'aptitude professionnelle et brevet d'études professionnelles.

<sup>6</sup> <http://www.eduscol.education.fr/pid23177/voie-professionnelle.html> consulté le 26 janvier 2011.

<sup>7</sup> Auparavant les élèves préparaient un bac pro en deux ans après un BEP préparé également en deux ans, la durée de formation nécessaire pour obtenir le bac pro était donc de quatre années.

<sup>8</sup> Arrêté du 10 février 2009. B.O. spécial n° 2 du 19 février 2009. Enseignements dispensés dans les formations sous statut scolaire préparant au baccalauréat professionnel.

semaines en milieu professionnel ; des contenus d'enseignements fixés dans des référentiels de l'emploi et du diplôme. La voie professionnelle prépare toujours les élèves, en deux ans à l'issue de la classe de troisième, aux CAP et à certains BEP.

### 1.1.3 Les changements dans l'enseignement supérieur

Dernier étage du système éducatif, l'enseignement supérieur est aussi celui qui comporte le plus de spécialisations<sup>1</sup>. Il est ouvert aux titulaires du baccalauréat (1<sup>er</sup> grade de l'université) ou du diplôme d'accès aux études universitaires (DAEU), et offre des formations de types général ou professionnel, dispensées à l'université, dans certains lycées et également en alternance et en formation continue.

Ces formations tendent à s'intégrer dans le schéma dit LMD (licence, master, doctorat) qui organise un cursus étudiant harmonisé au niveau européen<sup>2</sup> et architecturé autour des diplômes (ou grades universitaires) de la licence (Bac + 3), du master (Bac + 5) et du doctorat (Bac + 8). Un système de crédit<sup>3</sup> atteste d'une durée de formation effective (30 ECTS par semestre) et permet une organisation souple des parcours de formation en France et en Europe liés aux enjeux de mobilité des étudiants. En France des diplômes nationaux continuent d'être délivrés.

Les réformes de l'enseignement supérieur engagées en 2002<sup>4</sup> doivent s'achever en 2013 par la mise en œuvre définitive de la loi LRU<sup>5</sup>. A côté du LMD, deux parcours comportant des enseignements technologiques, au prestige, à la durée et à la sélectivité différents sont proposés aux étudiants : les formations technologiques supérieures courtes ; les classes préparatoires, propédeutiques des grandes écoles.

#### ***Le parcours licence, master, doctorat (LMD)***

La licence, le master et le doctorat (dit LMD)<sup>6</sup> constituent les trois grades de l'enseignement supérieur européen.

Le diplôme de la licence, sanctionne les trois années d'étude du 1<sup>er</sup> cycle universitaire (L1, L2 et L3). Face au grand nombre d'étudiants en situation d'abandon ou d'échec<sup>7</sup>, un plan pour la réussite en licence<sup>8</sup> (PRL) est engagé depuis plusieurs années

---

<http://www.education.gouv.fr/cid23841/mene0900061a.html>

<sup>1</sup> Le site du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche recense l'ensemble de ces formations. <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20122/formations-et-diplomes.html>

<sup>2</sup> Ministère de la culture, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2004). *Processus de Bologne... vers un espace européen de l'enseignement supérieur*. Luxembourg : CEDIS.

[http://www.mesr.public.lu/enssup/dossiers/bologne/processus\\_bologne.pdf](http://www.mesr.public.lu/enssup/dossiers/bologne/processus_bologne.pdf)

<sup>3</sup> European Credit Transfert System (ECTS) ou Système Européen de Transfert de Crédits.

<sup>4</sup> Décret n° 2002-482 du 8 avril 2002. BO n° 17 du 25 avril 2002. Application au système français d'enseignement supérieur de la construction de l'espace européen de l'enseignement supérieur.

<http://www.education.gouv.fr/botexte/bo020425/MENS0200157D.htm>

<sup>5</sup> Loi n° 2007-1199 du 10 août 2007. Relative aux libertés et responsabilités des universités (dite loi LRU).

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000824315>

<sup>6</sup> Le parcours des études de santé (médecine, odontologie, pharmacie) est en phase de changement pour intégrer le schéma LMD. La première étape vise à organiser une première année commune pour les étudiants de médecine (bac + 9 à bac + 11), en pharmacie (bac + 6 à bac + 9), en dentaire (bac + 6 à bac + 8) et de sage-femme (bac + 5).

<sup>7</sup> Un étudiant sur sept quitte l'université après quatre années sans avoir réussi à décrocher le moindre diplôme, mais plus d'un étudiant sur deux réussit sa licence en trois ou quatre ans après le bac.

Vitry Daniel. (2010). Université : la vérité sur les taux d'échec. *Les Échos*, 30 septembre, 20774, 23.

<sup>8</sup> Bétant Bernard, Foucault Marc, Peyrout Christian (2010). *Note relative à la mise en œuvre du plan pour la réussite en licence*. Rapport IGAENR n° 2010-091.

dont l'objectif, est de « faire de la licence un diplôme de référence pour l'emploi et pour la poursuite d'études »<sup>1</sup>. La ministre initiatrice de ces changements, Valérie Pécresse, estime que la nouvelle licence doit aussi permettre des réorientations :

« Concrètement, cela veut dire qu'à l'issue d'un ou de deux semestres de licence, un étudiant doit pouvoir rejoindre une section de technicien supérieur ou un IUT et qu'à l'inverse, une fois son BTS ou son DUT en poche, il doit pouvoir poursuivre en licence professionnelle ou générale ou encore intégrer une école d'ingénieurs. ».

Des licences existent dans la quasi-totalité des disciplines et des secteurs d'activités. Dans les domaines industriels, la priorité est donnée aux bacheliers scientifiques. La nouvelle licence mention sciences et technologies pour l'ingénieur (STPI) propose plusieurs parcours (génie des systèmes, génie des procédés, génie mécanique...), et la formation s'appuie sur la réalisation de projets et des stages, l'étudiant étant en contact avec la réalité professionnelle<sup>2</sup>.

À l'issue de la licence, l'étudiant se spécialise en master<sup>3</sup> professionnel ou recherche (grade universitaire délivré à l'issue du deuxième cycle universitaire) dans les domaines de la physique, des sciences industrielles, des sciences de l'ingénieur ou des différents génies (mécanique, électrique...). Ces masters en deux ans (M1 et M2) débouchent sur l'emploi ou sur des doctorats préparés en trois ans (grade universitaire délivré à l'issue du troisième cycle universitaire) dans les mêmes domaines.

### ***Le parcours des formations technologiques supérieures courtes***

Essentiellement professionnalisants, ces parcours contribuent au développement d'une voie professionnelle dans l'enseignement supérieur, ils mènent à la licence professionnelle (bac + 3) préparée après un brevet de technicien supérieur (BTS) ou à un diplôme universitaire de technologie (DUT) en deux ans<sup>4</sup>.

#### *Les sections de techniciens supérieurs*

Les 87 brevets de techniciens supérieurs sont des diplômes professionnels nationaux très variés et spécialisés<sup>5</sup>, dont une cinquantaine est à dominante technologique (essentiellement dans les métiers de la production : conception, maintenance, construction dans les différentes industries et le bâtiment). Une rénovation est en cours<sup>6</sup>. Les formations sont créditées de 120 ECTS<sup>1</sup>, et elles se déroulent dans les

---

[http://medias.lemonde.fr/mmpub/edt/doc/20101028/1432332\\_69b9\\_rapport.pdf](http://medias.lemonde.fr/mmpub/edt/doc/20101028/1432332_69b9_rapport.pdf)

<sup>1</sup> Pécresse Valérie (2010). *La nouvelle licence, un diplôme pour l'emploi. Discours*. 17 décembre 2010.

<http://recherche.gouv.fr/index.php?pid=20158&page=0&formSubmitted=1&Month=0&Year=0&perso n=71>

<sup>2</sup> Onisep : <http://www.onisep.fr/Choisir-mes-etudes/Apres-le-bac/Filieres-d-etudes/Licences-generales-mode-d-emploi/Les-licences-de-sciences-et-technologies>

<sup>3</sup> Décret n°99-747 du 30 août 1999. B.O. n°31 du 7 septembre 1999. Relatif à la création du grade de master.

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?jsessionid=D510F10734EB62311F12CEA48F4FD8B0.tp djo10v\\_2?cidTexte=LEGITEXT000005628460&dateTexte=vig](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?jsessionid=D510F10734EB62311F12CEA48F4FD8B0.tp djo10v_2?cidTexte=LEGITEXT000005628460&dateTexte=vig)

<sup>4</sup> Il existe également une poignée de diplômes d'études universitaires scientifiques et techniques (DEUST) à dominante technologique de type industriel.

<sup>5</sup> Toutes options confondues, il existe 123 BTS.

<sup>6</sup> 65 projets pour rénover les sections de techniciens supérieurs (S.T.S.). <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55190/65-projets-pour-renover-les-sections-de-techniciens-superieurs-s.t.s.html>



sections de technicien supérieur des lycées publics ou privés, des centres de formation d'apprentis (CFA) ou de formation continue. Le BTS débouche directement sur l'emploi de technicien supérieur dans les professions industrielles. Son titulaire assume des tâches d'encadrement en tant que collaborateur d'un ingénieur ou d'un chef de service. Dans le cadre de la rénovation du premier cycle de l'enseignement supérieur, des passerelles permettent la construction de parcours personnalisés vers les licences professionnelles mais également vers la nouvelle licence universitaire ou les grandes écoles, notamment *via* un concours spécial qui ouvre la porte de la classe préparatoire ATS d'une année.

### *Les Instituts universitaires de technologie*

Les Instituts universitaires de technologies (IUT), aux budgets intégrés à ceux de l'université<sup>2</sup>, préparent aux diplômes universitaires de technologie (DUT), diplômes nationaux plus théoriques que les BTS. Ouverts à tous les bacheliers, les IUT offrent une formation pluridisciplinaire et visent l'acquisition de compétences scientifique et technologique. Des formations existent en apprentissage et en formation continue. Les programmes pédagogiques sont nationaux et parmi les 24 spécialités récemment rénovées, 15 relèvent du secteur de la production industrielle. Pour mieux inscrire les DUT dans l'espace européen de l'enseignement supérieur, les quatre semestres (120 ECTS) sont organisés en unités d'enseignement, complétées par des projets tutorés et un stage industriel d'une durée de dix semaines, conçu comme une approche de la réalité industrielle. La formation débouche sur l'emploi avec des fonctions de technicien supérieur ou d'encadrement technique et professionnel dans les domaines des science et génie des matériaux, génie mécanique et productique, génie électrique et informatique industrielle.... En fonction de son projet personnel et professionnel, l'étudiant a la possibilité de poursuivre des études en licence professionnelle, en école d'ingénieurs<sup>3</sup> ou de préparer un diplôme national de technologie spécialisée (DNTS) dans certains lycées ou IUT<sup>4</sup>.

### *Les licences professionnelles*

Débouché naturel pour les BTS et les DUT, les licences professionnelles relevant des secteurs primaire, secondaire et tertiaire sont au nombre de 29<sup>5</sup>. Diplômes de niveau bac + 3 à visée d'insertion professionnelle immédiate, elles se préparent en un an à l'université.

Dans l'industrie, la licence professionnelle donne droit à une qualification reconnue entre le niveau technicien supérieur et le niveau ingénieur-cadre supérieur. Des licences professionnelles existent dans tous les domaines de la production (mécanique, génie civil, électricité, électronique, informatique industrielle, chimie, biotechnologies...). La

---

<sup>1</sup> Décret n° 2007-540 du 11 avril 2007. Modifiant le décret no 95-665 du 9 mai 1995 relatif au règlement général du brevet de technicien supérieur.

[http://www.cerpet.education.gouv.fr/STI/referentiels\\_sti/bts\\_reg\\_dec20070411.pdf](http://www.cerpet.education.gouv.fr/STI/referentiels_sti/bts_reg_dec20070411.pdf)

<sup>2</sup> Décret n° 2008-265 du 17 mars 2008. Modifiant le décret n° 84-1004 du 12 novembre 1984 relatif aux instituts universitaires de technologie.

<http://admi.net/jo/20080319/ESRS0801075D.html>

<sup>3</sup> Près d'un étudiant sur deux muni d'un DUT poursuit des études jusqu'à bac + 5.

<sup>4</sup> Arrêté du 18 décembre 2003. BO n°3 du 15 janvier 2004. Diplôme national de technologie spécialisé (DNTS). Préparation à titre expérimental du DNTS dans certains établissements.

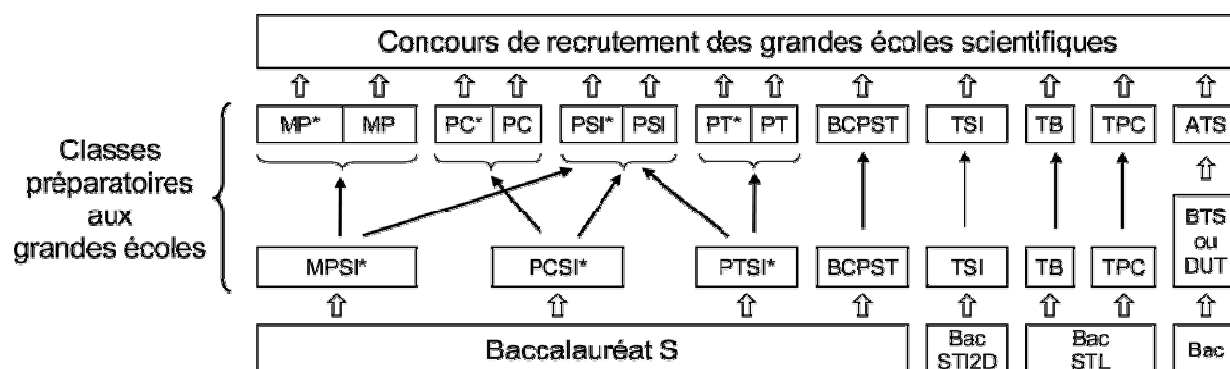
<sup>5</sup> CEREQ. Centre d'étude et de recherché sur les qualifications. <http://www.cereq.fr/>

formation comporte douze à seize semaines de stage en milieu professionnel, et la réalisation d'un projet tutoré donne lieu à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance orale. Elles sont également ouvertes aux étudiants ayant validé leur deuxième année de licence, ou encore aux techniciens en activité *via* une formation continue ou à la suite d'une validation des acquis par l'expérience (VAE).

### **Le parcours des classes préparatoires et des grandes écoles scientifiques**

Organisées au sein des lycées, les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) sont une spécificité française (Bruno Belhoste, 2003)<sup>1</sup>. Cette préparation au concours des grandes écoles, en deux ans, est une voie très sélective, dont le recrutement se fait sur dossier après analyse des résultats scolaires. Il existe trois catégories de classes préparatoires. Les classes préparatoires économiques et commerciales, les classes préparatoires littéraires et les classes préparatoires scientifiques. Le parcours des classes préparatoires aux grandes écoles est maintenant reconnu<sup>2</sup> au niveau européen et crédité de 120 ECTS.

Les « Prépas » scientifiques sont organisées en filières et la dernière réforme de 2004-2005 a confirmé les sciences industrielles pour l'ingénieur (SII) pour la majorité d'entre elles (fig. 1-1 *infra*). La filière TSI est réservée aux bacheliers de la série STI2D et la filière ATS (une seule année) aux titulaires d'un BTS ou d'un DUT.



- MPSI : mathématiques, physique, sciences de l'ingénieur
- PC\*SI : physique, chimie, sciences de l'ingénieur
- PTSI : physique, technologie, sciences de l'ingénieur
- MP : mathématiques, physique
- PC : physique, chimie
- PSI : physique, sciences de l'ingénieur
- PT : physique, technologie
- BCPST : biologie, physique, chimie, sciences de la terre
- TSI : technologie, sciences industrielles

<sup>1</sup> Belhoste Bruno (2003). *Histoire et place des CPGE et GE dans le système éducatif*. Démocratie, classes préparatoires et grandes écoles. Colloque à l'École Normale Supérieure. 16 et 17 mai 2003.

<sup>2</sup> Décret n° 2007-692 du 3 mai 2007. Modifiant le décret n° 94-1015 du 23 novembre 1994 relatif à l'organisation et au fonctionnement des classes préparatoires aux grandes écoles organisées dans les lycées relevant des ministres chargés de l'éducation, de l'agriculture et des armées.

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=72FF0E365B0F97774158D3FBB3B4B915.tpd\\_jo16v\\_3?cidTexte=JORFTEXT000000274984&categorieLien=id](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=72FF0E365B0F97774158D3FBB3B4B915.tpd_jo16v_3?cidTexte=JORFTEXT000000274984&categorieLien=id)

- TB : technologie, biologie
- TPC : technologie, physique, chimie
- ATS : adaptation technicien supérieur (technologie industrielle pour techniciens supérieurs)

**Figure 1-1 : classes préparatoires scientifiques ; filières et légendes (2004/2005)**

L'enseignement des SII s'appuie sur la mécanique et l'automatique. Il privilégie l'approche systémique en vue de l'analyse et de la modélisation de produits industriels relevant des grands secteurs technologiques : transport, production, bâtiment, santé. Les étudiants sont amenés à valider les performances des systèmes, à déterminer leurs grandeurs caractéristiques et à imaginer des solutions constructives. Des travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE) sont entrepris sur un sujet choisi par l'élève, avec l'aide de deux enseignants des disciplines scientifiques. Des concours avec banque d'épreuves ouvrent les portes des 200 écoles d'ingénieurs (pour trois ans d'étude) et de l'ENS Cachan. Cependant, moins de 50 % des diplômés d'ingénieur sont délivrés à des étudiants passés par les classes préparatoires<sup>1</sup>. Le titre d'ingénieur confère également le grade de master. Environ un tiers des écoles d'ingénieur possède leurs propres classes préparatoires intégrées (formation en cinq ans). Il existe également des classes préparatoires de type fédératif permettant d'intégrer sans concours des écoles publiques d'ingénieur.

### **La formation continue et par alternance**

La plupart des formations et des diplômes, parmi ceux présentés *supra*, peuvent désormais se préparer en alternance en contrat d'apprentissage ou en contrat de professionnalisation. L'objectif du président de la République est de porter le nombre de jeunes formés par l'alternance « de 600 000 à 800 000 d'ici à 2015 et un million à terme »<sup>2</sup>. Pour atteindre ces objectifs, il est notamment prévu d'accroître l'aide aux entreprises et de réformer la taxe d'apprentissage. Enfin, depuis 2002, la validation des acquis de l'expérience (VAE) constitue un autre moyen d'obtenir un diplôme de l'enseignement supérieur ou un titre inscrit au Répertoire national des certifications professionnelles (RNCP)<sup>3</sup>, en faisant valoir son expérience professionnelle.

Ainsi, en l'espace de quelques années, de l'école à l'université en passant par la formation continue, les enseignements relevant du domaine de la technologie ont été entièrement redéfinis et intégrés dans le schéma européen LMD. Différents parcours sont proposés aux étudiants en continuité de leur scolarité au lycée.

<sup>1</sup> Le palmarès 2007 des écoles d'ingénieur. *La lettre de l'étudiant*, 889-890, 3-10.

<sup>2</sup> Sarkozy Nicolas (2011). *Déclaration du président de la République*. Dépêche AEF n° 146194 Paris, mardi 1<sup>er</sup> mars 2011, 13:31:07.

<sup>3</sup> Consultable sur <http://www.cncp.gouv.fr/grand-public/presentationRNCP>

## 1.2 Une réforme de structure

La photographie des dispositions et du bouleversement contemporain indique qu'il s'agit fondamentalement d'une réforme de structure du système éducatif dont les changements affectant les enseignements technologiques à tous les étages de l'institution scolaire apparaissent comme un révélateur.

### 1.2.1 La prolongation de la scolarité effective et l'augmentation des qualifications, moteur de la réforme

La prolongation de la scolarité et l'augmentation des qualifications constituent le moteur essentiel de cette réforme en profondeur. Ainsi, après l'objectif d'amener 80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat<sup>1</sup>, il s'agit aujourd'hui de satisfaire à l'ambition européenne<sup>2</sup> d'atteindre les 50 % d'une classe d'âge diplômée à bac + 3 à l'horizon de l'an 2020 et de combler, comme le précise Claude Lelièvre<sup>3</sup> (2010), le retard de la France sur de nombreux pays en ce domaine (la Norvège, les Pays-Bas, le Danemark, la Finlande, la Suède, l'Irlande et la Pologne). Cette prolongation de la scolarité effective s'inscrit dans un contexte plus général dans lequel la logique de compétences, érigée en règle (Olivier Rey, 2008)<sup>4</sup>, vise à ce qu'aucun jeune d'une génération ne sorte du système scolaire sans diplôme ou sans une formation reconnue<sup>5</sup>.

D'une certaine façon, l'enseignement de base prépare aux enseignements de spécialisation à l'issue de la scolarité obligatoire. Ainsi dès le primaire, la maîtrise des fondamentaux met-elle l'ensemble des enfants en position de suivre une scolarité longue. La fin du collège unique<sup>6</sup> alliée à la modification de la carte scolaire permet ensuite une première orientation scolaire soit vers un diplôme professionnel de niveau V (CAP ou BEP)<sup>7</sup>, soit vers un cursus d'une durée harmonisée qui mène à l'un des baccalauréats des voies professionnelle, technologique et générale. Par son rôle d'aiguillage, le lycée, antichambre de l'enseignement supérieur, occupe une place stratégique après le collège. Avec le précieux sésame en poche, l'enseignement supérieur s'ouvre alors avec des filières de sélectivité, de durée et de prestige inégaux.

### 1.2.2 Le sens de la réforme

---

<sup>1</sup> Loi d'orientation sur l'éducation n° 89-486 du 10 juillet 1989 (dite loi Jospin).

<sup>2</sup> Dans le cadre des accords de Lisbonne. Dans un communiqué (plan pluriannuel de réussite en Licence du 13 décembre 2007) Valérie Pécresse réévalue l'objectif de 50 % d'une classe d'âge diplômée du supérieur prévu par la loi sur l'école de 2005 à 50 % d'une classe d'âge au niveau licence.

<sup>3</sup> Lelièvre Claude (2010). « Le » bac d'abord, et/ou la licence ? blog.educpros.fr. En ligne : <http://blog.educpros.fr/claudelelievre/2010/05/15/le-bac-dabord-etou-la-licence/>

<sup>4</sup> Rey Olivier (2008). De la transmission des savoirs à l'approche par compétences. *Dossier d'actualité de la VST*, 34. En ligne : <http://www.inrp.fr/vst/LettreVST/34-avril-2008.php>.

<sup>5</sup> Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école n° 2005-380 du 23 avril 2005 (dite loi Fillon).

<sup>6</sup> AECSE (2005). Construction déconstruction du collège unique : les enjeux de l'école moyenne. 26, 27 et 28 octobre 2005. AECSE (Association des enseignants et chercheurs en sciences de l'éducation). Université Paris 8, Centre Scientifique et Technologique de l'IUFM de Créteil à Saint-Denis. [http://www.aecse.net/cgi-bin/prog/gateway.cgi?langue=fr&password=&email=&dir=myfile\\_colloque&type=jhg54gfd98gfd4fgd4gfdg&id=591&file=livre\\_escol.pdf](http://www.aecse.net/cgi-bin/prog/gateway.cgi?langue=fr&password=&email=&dir=myfile_colloque&type=jhg54gfd98gfd4fgd4gfdg&id=591&file=livre_escol.pdf)

<sup>7</sup> Cela ne devrait représenter au plus que 20 % des élèves dont une partie de la formation doit être assurée en alternance via l'apprentissage.

Antoine Prost (Prost, 1996)<sup>1</sup> suggère que trois conditions sont à remplir simultanément pour réaliser une réforme : une ambition traduite par une volonté de provoquer des changements conséquents, l'existence d'un projet en général présenté et argumenté dans un rapport, ce dernier étant nécessaire pour satisfaire la troisième condition, l'existence d'un débat contradictoire entre les acteurs réformateurs et les opposants. Ces trois conditions semblent bien être réunies aujourd'hui. L'histoire montre aussi que les réformes scolaires (Prost, 1996)<sup>2</sup>, suivant leur nature, affectent soit les contenus à enseigner (réforme scientifique), soit les méthodes d'enseignement (rénovation pédagogique) ou encore les finalités du système scolaire (réforme politique). La réforme en cours s'inscrit dans le prolongement des « politiques scolaires » menées depuis la Libération (Robert, 2010)<sup>3</sup>, et se présente comme une réforme de structure en ce sens que la réforme politique décidée au niveau européen et mise en œuvre nationalement affecte à la fois les missions et les contenus à enseigner et, par contrecoup, génère des répercussions sur leurs modes de diffusion et d'évaluation.

Ainsi l'élévation du niveau de connaissance et l'uniformisation du mode des formations enseignantes visées par la maîtrise s'accompagnent-elles de l'implémentation de standards de formation<sup>4</sup>, nouveaux instruments de pilotage des politiques éducatives. Ces standards de formation sont conçus par disciplines à l'aide de modèles de compétences, véritables normes de performances qui définissent des tâches, des exercices, des situations-problèmes, etc. vérifiés à l'aide de tests d'évaluation (PISA). Ce pilotage par les *outputs*<sup>5</sup> fixe désormais les orientations de la politique éducative.

Les finalités (Vivianne De Landsheere, 1992)<sup>6</sup> ou plutôt les objectifs particuliers poursuivis par les programmes disciplinaires concourent aux missions du système éducatif. Ces finalités<sup>7</sup> peuvent être tout à la fois sociale, idéologique, économique, les divers enseignements prenant alors en charge tout ou partie de ces finalités. Les enseignements qui relèvent des domaines technologiques n'échappent pas à la règle. Aussi les modifications qui affectent l'organisation et les contenus de ces enseignements à tous les niveaux du système scolaire apparaissent-elles comme révélatrices de la cohérence d'ensemble de la réforme de structure.

### 1.2.3 La distinction professionnelle – technologique

La réforme de structure et le repositionnement des enseignements de technologie à tous les étages de l'architecture du système éducatif (annexe 1-4, fig. 1-2 *infra*) mettent en évidence deux phénomènes complémentaires : d'une part la construction verticale

---

<sup>1</sup> Prost Antoine (1996). *Comment faire l'histoire des réformes de l'enseignement*. In Bruno Belhoste, Hélène Gispert et Nicole Hulin (Dir.). *Les sciences au lycée, un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*. Paris : Vuibert et INRP.

<sup>2</sup> Prost Antoine (1996). *Op. cit.*

<sup>3</sup> Robert André (2010). *L'école en France de 1945 à nos jours*. Grenoble : PUG.

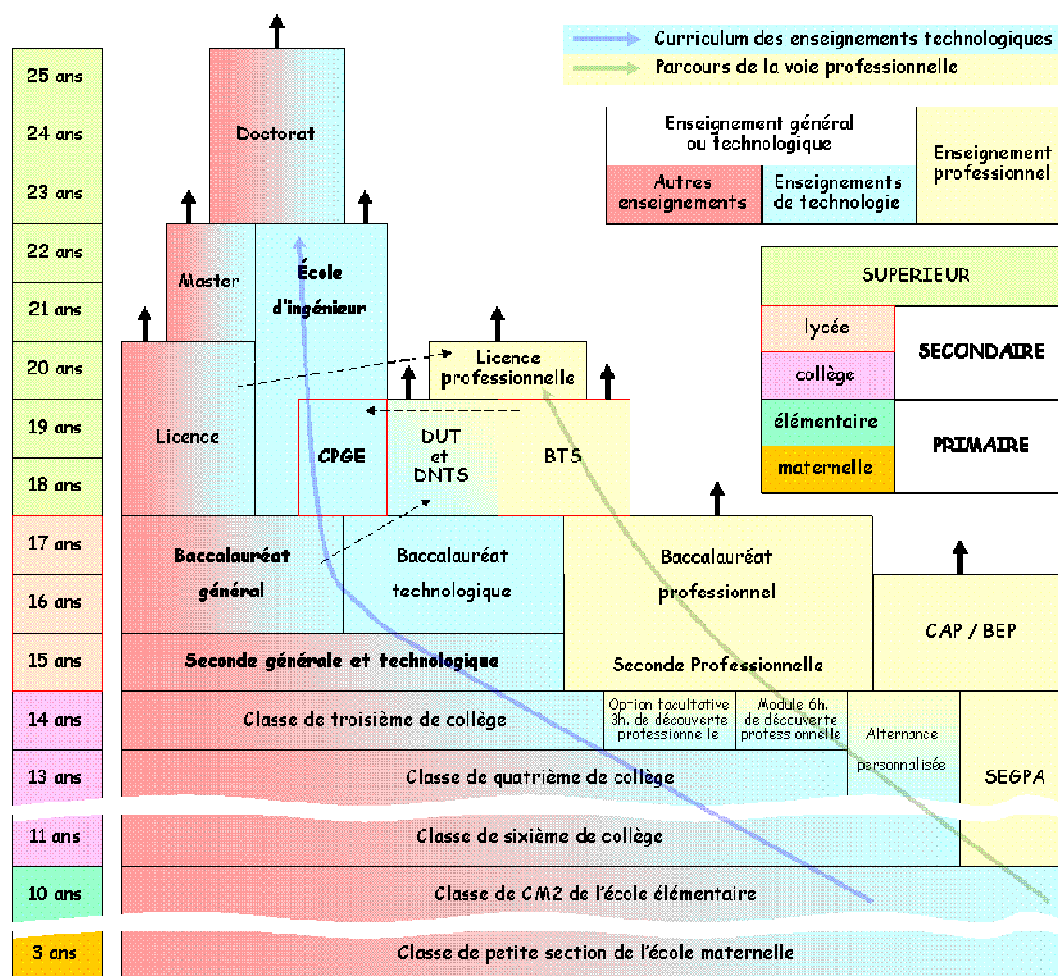
<sup>4</sup> Oelkers Jürgen, Reusser Kurt (2008). *Qualität entwickeln – Standards sichern – mit Differenz umgehen. (Développer la qualité – établir des standards – gérer la différence)*. Berlin, Bohn : Bundesministerium für Bildung und Forschung.

<sup>5</sup> Les résultats.

<sup>6</sup> De Landsheere Vivianne. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris : PUF. p. 102.

<sup>7</sup> « La fin connote un but ultime et le but, une intention ou un objectif général ; quant au terme objectif, il fait référence à un résultat particulier poursuivi par un programme, résultat défini par ce que doit apprendre l'élève ». De Landsheere, *op. cit.*

d'un enseignement technologique (flèche de gauche) et d'autre part une distinction dès le collège, entre l'enseignement général ou technologique et l'enseignement professionnel (flèche de droite).



**Figure 1-2 : curriculum des enseignements de technologie et voie de l'enseignement professionnel dans le système éducatif français<sup>1</sup> en 2011.**

Les reconfigurations curriculaires qui accompagnent la redéfinition des missions respectives des voies professionnelles et technologiques apparaissent comme un aboutissement : le nouveau baccalauréat STI2D achève la structuration d'un curriculum disciplinaire attaché à la technologie qui couvre l'ensemble de la scolarité, tandis que les nouveaux Bacs pro en trois ans achèvent la construction d'un système de formation professionnelle cohérent qui se prolonge dans le supérieur jusqu'à la licence professionnelle.

### **Un curriculum disciplinaire attaché à la technologie**

La déprofessionnalisation et la déspecialisation de la voie technologique sont le signe de l'aboutissement d'une réforme de type curriculaire. La nouvelle philosophie de la voie technologique est résumée par l'inspecteur général Norbert Perrot (Perrot, 2011a)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Certaines passerelles ne sont pas représentées. Le système des études de santé également en phase de changement n'est pas représenté sur ce schéma. Les BT sont confondus avec les Bacs pro.

<sup>2</sup> Perrot Norbert (2011a). *Journée pédagogique*. Plan national de formation chefs de travaux. Diaporama, 17 mars 2011.

« La voie technologique industrielle doit participer au challenge national qui consiste à relever le défi d'attirer plus de jeunes vers les études scientifiques et technologiques supérieures longues [...], l'objectif terminal n'est plus l'obtention, pour la grande majorité, du BTS ou du DUT, mais il doit être plus ambitieux. Il s'agit d'en faire une voie d'excellence. C'est un véritable saut culturel [...] pour l'avenir de notre économie. ».

Entre enseignement professionnel et enseignement scientifique, la voie technologique se rapproche ainsi de la voie générale. Dans cette nouvelle organisation, les enseignements de technologie, d'abord intégrés à celui des sciences, se font de plus en plus autonomes au fur et à mesure que l'étudiant s'élève dans le cursus scolaire. En effet, il est maintenant possible de suivre des enseignements technologiques dont le contenu, structuré autour de la matière, de l'énergie et de l'information, trouve une cohérence lors de l'étude du simple objet technique à l'école primaire jusqu'à celle des systèmes pluritechnologiques les plus complexes aux différents niveaux de l'enseignement supérieur. Dans le même esprit, les textes concernant l'évolution de la certification des professeurs indiquent cette harmonisation puisqu'à partir de 2012, le nouveau CAPET<sup>1</sup> de sciences industrielles pour l'ingénieur (S2I) s'adosse aux programmes du collège, du lycée et des classes préparatoires. De plus, en remplaçant les différentes sections des génies civil, électrique, industriel, mécanique et la section technologie de collège, ce CAPET homogénéise un corps professoral dont la vocation commune devient l'enseignement de la technologie du collège jusqu'aux classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur. Dans cette configuration, une agrégation unique de sciences industrielles doit voir le jour en 2013.

### **Une structure de formation professionnelle**

Selon l'Onisep<sup>2</sup>, l'« université [...] est une voie très risquée pour les bacheliers pro, car les cursus offerts ne leur sont pas adaptés. ». Avec ce constat, le bac pro en trois ans apparaît comme la pièce maîtresse de la construction d'une structure de formation professionnelle initiée par le haut, dès 1999 avec la création des licences professionnelles. Cette structure s'organise selon un parcours balisé par des enseignements, à vocation essentiellement professionnelle, aux programmes définis en partenariat avec le monde de l'entreprise, et prépare à des métiers bien identifiés. Les référentiels de formation sont élaborés à partir des données fournies par le monde professionnel et validés au sein des CPC<sup>3</sup> pour les baccalauréats professionnels et les BTS et par les CPN<sup>4</sup> pour les DUT et les licences professionnelles. Même si aujourd'hui

---

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT\\_17%20mars%202011.pdf](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT_17%20mars%202011.pdf)

<sup>1</sup> Arrêté du 17 mars 2011. JORF n° 0078 du 2 avril 2011, p. 5884. Fixant les sections et les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET).

<sup>2</sup> Onisep. Fiches post bac. Après un bac pro.

<http://www.onisep.fr/var/onisep/storage/original/application/3b9fe4b7d257d2b60968a7049d756b7e.pdf>

<sup>3</sup> Les commissions professionnelles consultatives (CPC) « du ministère de l'Éducation nationale sont des instances où employeurs, salariés, pouvoirs publics et personnes qualifiés se concertent et donnent un avis sur la création, l'actualisation ou la suppression des diplômes de l'enseignement technologique et professionnel, du CAP au BTS ». <http://eduscol.education.fr/cid46815/cpc.html>

<sup>4</sup> Les commissions pédagogiques nationales (CPN) remplissent la même fonction que les CPC pour les DUT.

seuls les bacheliers professionnels qui ont obtenu une mention bien ou très bien sont admis de droit en section de technicien supérieur, le rapport Sarrazin (2010)<sup>1</sup> prévoit qu'

*« ... une hausse de la demande d'entrée en STS de la part des bacheliers professionnels accompagnera certainement l'arrivée des Bacs pro en 3 ans : la formation secondaire étant moins longue, les familles seront davantage d'accord pour continuer jusqu'à bac + 2... »* (p. 6).

Ainsi la voie professionnelle dans le système éducatif français apparaît-elle comme une structure cohérente intégrée au système LMD. La licence professionnelle, dernière étape d'un cursus professionnalisant doit cependant permettre aux étudiants qui en ont la capacité de poursuivre en master et au-delà.

\* \* \*

Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, l'ambition générale du système éducatif français, la poursuite d'étude et l'élévation des qualifications, sont symbolisées par l'objectif de 80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat et de 50 % de diplômés à bac + 3. Dans cette direction générale, l'enseignement de la technologie doit contribuer à conduire davantage de jeunes vers l'enseignement scientifique et technologique supérieur long. Cette possibilité de poursuite d'études offerte par la technologie est l'aboutissement d'un long processus de disciplinarisation, engagé dans l'enseignement technique après la Libération.

Pour comprendre ce processus et les facteurs à l'œuvre dans la construction d'une discipline scolaire, la recherche présentée fait dans un premier temps le point sur les différents travaux qui étudient et rendent compte de cette disciplinarisation avec des points de vue didactiques, historiques et sociologiques. Il s'agit d'identifier les déterminants et les enjeux qui conduisent un enseignement à s'ériger en tant que discipline scolaire.

Cette analyse permet ensuite de préciser la problématique spécifique de la disciplinarisation de la technologie et d'émettre des hypothèses de travail afin de structurer une méthodologie d'investigation, notamment l'argumentation des choix et des modalités de l'enquête historique menée.

Après avoir rappelé la nature et la constitution de l'enseignement technique scolarisé avant la Seconde Guerre mondiale, la présentation des résultats de l'enquête est organisée selon trois grandes périodes (parties II à IV) : la configuration de l'enseignement technique (1945-1958) ; la secondarisation de l'enseignement technologique (1959-1984) ; la disciplinarisation de la technologie (1985-2012).

Enfin, l'analyse des éléments constitutifs de la construction disciplinaire de la technologie permet de discuter ce processus dynamique qui s'avère être un phénomène complexe lié à des enjeux politique, sociologique, socioéconomique, institutionnel et didactique au sein duquel les missions confiées à l'enseignement technique puis technologique constituent un facteur déterminant (partie V).

---

<sup>1</sup> Sarrazin Jean (2010). *Éléments de réflexion sur les formations technologiques supérieures courtes et tout particulièrement les sections de techniciens supérieurs*. Rapport à Mme la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche.



## 2. Le processus de disciplinarisation

Les disciplines ne naissent pas par génération spontanée, mais sont le résultat d'un long processus. L'expertise des différents travaux qui étudient et rendent compte de cette disciplinarisation selon des points de vue didactiques, historiques et sociologiques permet d'identifier les déterminants et les enjeux qui conduisent un enseignement à s'ériger en tant que discipline scolaire.

### 2.1 Comprendre la réforme et la disciplinarisation

Pour comprendre la réforme de structure de l'enseignement technologique, il est nécessaire de s'intéresser à son ancrage historique, car, comme le souligne Antoine Prost (1996)<sup>1</sup> : « *Les réformes viennent souvent de loin et il faut leur laisser le temps de montrer leur vrai visage.* ».

#### 2.1.1 Dualisme et tensions archaïques

Cette question de l'enracinement des réformes renvoie aux travaux de recherche historique et notamment à l'analyse de Guy Vincent (1972)<sup>2</sup> sur le dualisme du secondaire et du technique. Il argumentait en 1972 de l'impossible existence dans le système scolaire d'un enseignement moderne<sup>3</sup>, à la fois scientifique et pratique.

Le dualisme de l'enseignement naît avec les collèges royaux (et municipaux) et l'enseignement spécial qui, d'enseignement secondaire spécial, devient en 1891 l'enseignement secondaire moderne<sup>4</sup> sanctionné par un baccalauréat moderne<sup>5</sup> perdant au passage la dimension industrielle et commerciale de sa vocation initiale. Ce dualisme se reproduit avec les écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI), à l'origine de la voie technologique d'aujourd'hui et les écoles primaires supérieures (EPS), nées du rejet de l'enseignement secondaire plus que de la prolongation du primaire, et dont la transformation en collège moderne en 1941<sup>6</sup> n'est pas remise en cause à la Libération. Pour Guy Vincent : « *Le système dont la France de 1945 hérite est donc bien un système dualiste, et ce dualisme est celui du secondaire et du technique plutôt que celui du secondaire et du primaire.* »<sup>7</sup> (p. 77).

La reconfiguration du baccalauréat STI2D apparaît comme une nouvelle manifestation du dualisme inscrite en 2011 dans les programmes « *à la différence du baccalauréat professionnel, la voie technologique ne vise aucune finalité professionnelle* ». Cette évolution est le reflet des tensions archaïques de l'enseignement technique, notamment de la distinction entre un enseignement utilitaire qui vise la

---

<sup>1</sup> Prost Antoine (1996). *Comment faire l'histoire des réformes de l'enseignement*. In Belhoste Bruno, Gispert Hélène et Hulin Nicole (Dir.). *Les sciences au lycée un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*. Paris : Vuibert et INRP.

<sup>2</sup> Vincent Guy (1972). Histoire et structure du système scolaire français : l'enseignement primaire. *Revue de sociologie française*, 13, 1, 59 – 79.

<sup>3</sup> Enseignement sans latin, où les sciences priment sur les humanités classiques.

<sup>4</sup> Décret du 4 juin 1891. Création de l'enseignement secondaire moderne

<sup>5</sup> Décret du 4 juin 1891. Création du baccalauréat moderne.

<sup>6</sup> Loi du 15 août 1941. Organisation générale de l'enseignement public.

<sup>7</sup> Vincent Guy (1972). Histoire et structure du système scolaire français : l'enseignement primaire. *Revue de sociologie française*, 13, 1, 59 – 79.

préparation au comptoir et à l'atelier et un enseignement désintéressé qui vise la promotion sociale, la formation humaniste et la culture technique.

Cette rivalité ancienne a agité les débats bien avant la prise en charge par l'école de la formation professionnelle<sup>1</sup>. Elle repose sur deux conceptions opposées de la finalité de l'enseignement technique. Soit il s'agit d'un enseignement professionnel, simple dressage gestuel d'une main-d'œuvre directement utilisable pour la production, soit c'est un enseignement préparatoire à l'apprentissage, où les travaux manuels ne sont qu'un instrument de formation des capacités physiques, intellectuelles et morales des individus, à la fois travailleurs et citoyens.

Lucien Géminard<sup>2</sup> (1973), dans son étude des phénomènes et structures pédagogiques du système éducatif, voit dans la « *remise en cause du dualisme pratique-théorie* » un moyen de poser le problème pédagogique de « *l'intégration des enseignements technologiques et des enseignements généraux dans le second cycle* ». Il pose clairement la question :

« *L'enseignement technique doit-il avoir comme finalité la préparation directe à l'emploi [...] ou doit-il donner des connaissances technologiques conçues et combinées avec les connaissances mathématiques, linguistiques, et de sciences humaines afin de permettre normalement la poursuite d'études ?* ». (p 234).

Cette interrogation soulève alors la question de l'insertion d'un enseignement mineur, qui n'est pas une discipline, dans un système disciplinaire caractéristique de l'enseignement secondaire en France.

### **2.1.2 L'insertion d'un enseignement au statut mineur dans le secondaire, l'exemple de l'EPS**

Pour s'insérer dans le secondaire, l'enseignement doit se conformer à une « *orthodoxie scolaire* », donc prendre le format d'une discipline scolaire comme ce fut le cas de l'éducation physique et sportive (EPS). L'histoire de l'éducation physique est particulièrement instructive. Fruit d'un parcours constitué de transformations successives, la gymnastique rendue obligatoire en 1880 par les grandes lois de la République n'est finalement reconnue et légitimée qu'en 1981 par l'intégration de l'EPS au ministère de l'Éducation nationale. Dans son étude de la mise en forme scolaire de l'éducation physique, Pierre Arnaud (Arnaud, 1989)<sup>3</sup> analyse les conditions qui ont permis à l'enseignement de l'EPS de s'intégrer dans l'école et les conséquences sur sa substance même du fait de son assimilation à l'ensemble des disciplines d'enseignement.

La culture physique, en tant qu'objet culturel, se développe d'abord en concurrence avec le sport, tiraillée entre fonction pédagogique et fonction culturelle. Elle se transforme ensuite, avec l'étiquette d'éducation physique, en objet d'enseignement. Puis, finalement,

---

<sup>1</sup> Loi du 11 décembre 1880. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et des télégraphes. (1903). École nationales professionnelles. Direction de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale. Archive nationales ADXIX D216.

<sup>2</sup> Géminard Lucien (1973). *L'enseignement éclaté. Étude des problèmes par l'analyse des systèmes*. Paris : Casterman.

<sup>3</sup> Arnaud Pierre (1989). Contribution à une histoire des disciplines d'enseignement : la mise en forme scolaire de l'éducation physique. *Revue française de pédagogie*, 89, 29-34. [http://www.persee.fr/articleAsPDF/rfp\\_0556-7807\\_1989\\_num\\_89\\_1\\_1403/article\\_rfp\\_0556-7807\\_1989\\_num\\_89\\_1\\_1403.pdf](http://www.persee.fr/articleAsPDF/rfp_0556-7807_1989_num_89_1_1403/article_rfp_0556-7807_1989_num_89_1_1403.pdf)

pour se conformer aux « règles du jeu scolaire », les contenus d'enseignement prennent le pas avec l'éducation physique et sportive (1962). Mais à trop devenir sportive, l'éducation physique risque de perdre sa justification scolaire (1971), elle doit alors renouer avec le prosélytisme pédagogique et l'orthodoxie scolaire, c'est-à-dire se mettre aux normes des règles et des attentes d'une institution éducative structurée par des disciplines. Mais qu'est-ce au juste qu'une discipline scolaire ?

### 2.1.3 Discipline scolaire, construction et nature sociale

Les recherches qui relèvent de la sociologie du curriculum mettent en évidence les caractéristiques du système disciplinaire, notamment sa dimension concurrentielle (Jean-Claude Forquin, 2008<sup>1</sup>, Ivor Goodson, 1981<sup>2</sup>, 1983<sup>3</sup>) qui engendre la tendance de la transformation des enseignements utilitaires de faible statut en disciplines académiques. En effet, en se développant, une nouvelle matière d'enseignement crée le besoin d'une discipline universitaire parente pour légitimer son existence et former ses propres enseignants.

Selon Goodson, ce processus de construction disciplinaire révèle la nature sociale des disciplines. Celles-ci sont faites de groupes sociaux hétérogènes et fluctuants qui agissent pour faire prévaloir leurs conceptions et leurs intérêts personnels en fonction d'une situation pédagogique et politique. Les disciplines se construisent et s'affirment à la suite de luttes corporatives pour l'obtention de moyens (introduction dans les emplois du temps, accès aux ressources) et d'une véritable légitimité (reconnaissance statutaire, admission dans le corpus de savoir savant, délimitation de territoires).

### 2.1.4 Un schéma du processus de disciplinarisation

Dans ce jeu complexe, aux inévitables compromis, le statut d'une discipline scolaire, selon les points de vue social, scientifique et pédagogique décrits par Antoine Léon (1980)<sup>4</sup> loin d'être figé, se crée, se transforme, s'adapte dans un processus de disciplinarisation envisagé par David Layton (1972)<sup>5</sup> lors de son analyse du développement des sciences au XIX<sup>e</sup> siècle en Angleterre. David Layton distingue trois étapes.

Selon lui, lors de la première étape, l'enjeu est d'occuper une place dans l'emploi du temps, en justifiant la présence du nouvel enseignement par sa pertinence et son utilité pour les élèves. Pendant cette période ces derniers sont attirés par une matière qui les concerne et dans laquelle ils trouvent des satisfactions. Il s'agit d'une « période militante » où les enseignants sont rarement des spécialistes, mais apportent l'enthousiasme lié à la nouveauté. La deuxième phase, intermédiaire, se concrétise par un corps d'enseignants spécialisés et une tradition disciplinaire. L'attrait utilitaire de l'enseignement se trouve renforcé par une réputation et un statut universitaire grandissant qui attire de nombreux étudiants vers l'enseignement de la discipline et la recherche. Durant cette « période de légitimation », la logique interne de la discipline

---

<sup>1</sup> Forquin Jean-Claude (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

<sup>2</sup> Goodson Ivor (1981). Becoming an academic subject. *British Journal of Sociology of Education*, 2(2), 163-180.

<sup>3</sup> Goodson Ivor (1983). *School Subjects and Curriculum Change : Case Studies in Curriculum History*. Londres : Croom Helm.

<sup>4</sup> Léon Antoine (1980). *Introduction à l'histoire des faits éducatifs*. Paris : PUF. p. 122.

<sup>5</sup> Layton David (1972). Science as General Education. *Trends in Education*, 25, 11-15.

devient de plus en plus influente sur le choix et l'organisation disciplinaire. Enfin, lors de la phase finale, la « *période d'institutionnalisation* », les enseignants constituent un corps professionnel doté de règles et de valeurs établies et les choix disciplinaires sont élaborés à l'issue de recherches universitaires.

Dans un tel schéma, les transformations progressives d'un simple enseignement vers une discipline scolaire reconnue suivent trois phases bien identifiables. Cependant, ce schéma décrit une tendance générale. Est-il probable pour la technologie industrielle dispensée au lycée, enseignement qui a la particularité d'entretenir des liens étroits avec la formation de la main-d'œuvre ? En effet, si le phénomène de disciplinarisation relève bien d'un processus dynamique, d'autres chemins peuvent être empruntés, qui diffèrent selon les enseignements et leurs spécificités, comme le révèlent des travaux de recherches aux approches contrastées.

## **2.2 Processus de disciplinarisation**

Le processus de disciplinarisation est un phénomène lent et progressif jalonné par différentes étapes. Pour en rendre compte, sur la base de matériaux différents, les travaux de recherche focalisent soit sur le jeu des acteurs, soit sur les logiques d'ordre curriculaire. Ainsi, suivant le point de vue adopté pour l'étude de la constitution des disciplines scolaires et académiques, l'approche socio-historique tend-elle à mettre au jour des éléments communs inhérents à tout système social tels que les luttes de pouvoir, tandis que l'approche didactico-historique privilégie l'analyse des contenus d'enseignements, de leurs élaborations et de leurs diffusions, pour mettre en évidence les particularismes et les spécificités qui constituent les disciplines.

Les résultats de ces recherches fournissent un ensemble d'éléments d'analyse à la fois distincts et complémentaires susceptibles de s'éclairer mutuellement. C'est le cas par exemple des sciences économiques et sociales ou de la géographie et de la technologie, des enseignements dont les contenus sont souvent actualisés.

### **2.2.1 Sociologie du curriculum et processus de disciplinarisation**

L'analyse du processus de disciplinarisation du point de vue sociologique focalise les logiques d'acteurs. Celles-ci apparaissent alors comme les principaux vecteurs des évolutions liées à l'organisation structurelle et pédagogique des disciplines. Dans ce contexte les contenus sont relégués au second plan et font office de prétexte pour justifier ou refuser les changements.

#### ***Géographie et luttes pour la reconnaissance***

C'est à partir de l'étude de l'enseignement de la géographie à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle en Angleterre, que Ivor Goodson (1981)<sup>1</sup> analyse le passage progressif d'un enseignement au statut mineur à une discipline de savoir académique et scientifique. L'étude socio-historique repère et analyse l'influence et le rôle des acteurs dans le processus de constitution d'une discipline scolaire. Les travaux s'appuient sur les données contenues dans les publications de l'association anglaise de géographie la « *Geographical Association* ».

---

<sup>1</sup> Goodson Ivor (1981). Becoming an academic subject. *British Journal of Sociology of Education*, 2(2), 163-180. *Op. cit.*

Cette étude montre « le comment » de la longue marche de la géographie pour atteindre les sommets de la reconnaissance, Goodson se questionne aussi sur « le pourquoi » de ce processus. Sa description met en évidence les mécanismes et les enjeux sociaux sous-jacents aux processus de disciplinarisation des matières d'enseignement. Il attribue cette dynamique à la recherche des avantages personnels que procurent aux professeurs le statut supérieur des disciplines universitaires, notamment des perspectives de carrière menant aux grades et aux salaires les plus élevés.

En 1875, la géographie est inscrite au programme des écoles élémentaires fréquentées par les enfants des couches populaires sous forme de savoirs de base utiles pour les futurs travailleurs. En 1893, un groupe de pression se cristallise au sein d'une association (la *Geographical Association*). Dix ans plus tard, l'association élabore une stratégie à long terme de légitimation de la discipline visant à encourager la formation à la géographie au sein des universités ; à faire assurer l'enseignement de la géographie à des maîtres spécialement formés ; à établir une méthode d'enseignement de la géographie ; à obtenir l'élaboration des sujets d'examen par des enseignants de géographie. Son action aboutit en 1904 à l'introduction d'un programme officiel de géographie dans les collèges, suivie par l'apparition des premiers sujets d'examen en 1917, qui conduit finalement à la nécessité de former des spécialistes de la discipline. En France les travaux de Catherine Rhein<sup>1</sup> (Rhein, 1982) confirme cette fonction majeure des disciplines universitaires de la formation des maîtres dictée par un impératif pédagogique (en particulier pour l'histoire et la géographie). À partir des années 1920, les géographes anglais tendent à étendre les frontières de leur discipline au-delà de l'utilitarisme. Il s'agit de prendre en compte la généralisation des voyages dans les colonies et d'éclairer les futurs citoyens sur les interactions entre activités humaines et environnement. Ils réclament une place plus importante pour la géographie dans les horaires, et les demandes émanant de l'école poussent les universités à développer une véritable discipline scientifique. Vers 1950 la géographie est enfin acceptée comme discipline académique dans les universités. Cependant une nouvelle lutte commence au sein de la discipline entre partisans de la géographie régionale quantitative et axée sur les types de construction des habitations et les partisans du paradigme de la nouvelle géographie. Ces deux modèles de géographies, physique et sociale, causent une sorte de schisme, tant à l'université qu'au niveau scolaire. Cette rivalité est finalement utilisée comme argument en faveur d'un changement et se tranche au profit de la nouvelle géographie. En fin de compte, la réconciliation autour de la nouvelle géographie et de sa rigueur scientifique est étroitement liée à l'aspiration de la géographie à être reconnue comme une discipline scientifique au niveau le plus haut. Dans le même temps, les géographes d'abord considérés comme les représentants d'une discipline inférieure obtiennent le statut tant convoité au sein des universités.

---

<sup>1</sup> Rhein Catherine (1982). La géographie, discipline scolaire et/ou science sociale ? (1860-1920). *Revue française de sociologie*, 23, 2, 223-251.

## **Technologie et luttes pour la prééminence**

Pour rendre compte de l'introduction d'une culture technique au collège, Isabelle Harlé (2003)<sup>1</sup> privilégie une approche socio-historique et focalise son analyse sur le rôle des acteurs aux intérêts tantôt antagonistes, tantôt convergents.

Dans son analyse des processus sociaux qui président à la définition des savoirs scolaires, très brièvement présentée ici, Isabelle Harlé conclut sur l'importance de la durée pour qu'une catégorie de pratiques ou de savoirs prenne une forme scolaire. En effet, la programmation de la technologie dans les collèges à partir du milieu des années quatre-vingts a été précédée d'expérimentations et de débats qui remontent au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. L'analyse montre que la programmation d'éléments de technique dans l'enseignement général ne s'est réalisée qu'au prix d'une inscription dans les formes scolaires instituées.

En 1962, la technologie, sans corps d'enseignants spécialistes, est expérimentée. En 1971, une Commission de réforme de l'enseignement de la physique, de la chimie et de la technologie est constituée sous la présidence du professeur Lagarrigue<sup>2</sup>. Isabelle Harlé montre qu'au sein de cette commission deux réseaux de personnes œuvrent en faveur d'un enseignement de technologie mais s'opposent. D'un côté des physiciens et membres des grands corps de l'État favorables au développement des sciences d'observation et d'expérimentation intégrant la technologie au détriment des matières plus abstraites, comme les mathématiques. Ce groupe est soutenu par les certifiés de sciences physiques, alors menacés dans leur recrutement par un excédent de professeurs. De l'autre côté, des ingénieurs des Arts et Métiers et professeurs de l'enseignement technique prônent une approche plus immédiate des réalités économiques légitimant un enseignement plutôt axé sur l'activité de travail et la fabrication d'objets sur un modèle industriel. Ces tensions entre groupes sont résolues de manière provisoire par l'expérimentation de modules d'initiation scientifique et technique dans les classes de quatrième et de troisième entre 1971 à 1976.

Mais René Haby, partisan de l'éducation manuelle et technique (EMT) supprime la commission. Les instructions de 1975 privilégient alors des activités manuelles comportant « *des exercices assez systématiques utilisant l'intelligence concrète* ». La question de la programmation d'une culture technique dans les cursus communs d'enseignement n'est reposée qu'au début des années 1980.

## **Sciences économiques et sociales et luttes pour les contenus**

L'introduction de l'enseignement des sciences économiques et sociales (SES) au lycée est récente, mais l'histoire de son développement n'en est pas moins mouvementée (Élisabeth Chatel, 1994)<sup>3</sup>.

L'étude d'Élisabeth Chatel montre que les grands choix d'ordre curriculaire qui fondent la spécificité disciplinaire des SES ont un sens dans la vie professionnelle des

---

<sup>1</sup> Harlé Isabelle (2003). L'introduction d'une culture technique au collège : une analyse socio-historique. *Revue française de pédagogie*, 144, 95-103.

<sup>2</sup> André Lagarrigue qui dirige la commission est polytechnicien, professeur de physique et chercheur en physique des particules.

<sup>3</sup> Chatel Élisabeth (1994). *Des constructions à tout faire : les programmes de sciences économiques et sociales*, 50-66. In Chantal Demonque, Qu'est-ce qu'un programme d'enseignement ? Paris : CNDP-Hachette.

enseignants. En effet, c'est principalement en raison de leur attachement aux contenus qu'ils enseignent, qu'ils s'opposent aux divers regroupements disciplinaires et contribuent ainsi à asseoir une nouvelle discipline scolaire.

Attachés à la série B du baccalauréat, les premiers programmes de SES (1967) sont élaborés par une commission regroupant les grands noms des sciences sociales de l'époque. Leurs particularités résident dans le caractère interdisciplinaire des contenus qui attachent science économique et science sociale, deux disciplines académiques distinctes. Ce particularisme<sup>1</sup>, assumé scientifiquement sur le plan didactique et gage de réussite pour ce nouvel enseignement qui se développe rapidement, est cependant source de difficultés. Ainsi chaque réforme ou projet de réforme est l'occasion de contestation de la discipline. En 1976 (commission Fourastié), un rapprochement est envisagé avec l'histoire-géographie avec lesquels les SES partagent des éléments d'histoire économique et sociale. Cette tentative est mise en échec par les professeurs et leur association<sup>2</sup> avec le soutien des parents d'élèves qui craignent qu'il ne provoque la disparition des SES. Quelques années plus tard (1980, réforme Beullac), un autre conflit oppose les professeurs de SES et les professeurs de sciences et techniques économiques. Ces derniers, qui possèdent la même formation initiale mais dont le découpage disciplinaire coïncide avec le découpage universitaire, sont épargnés par une réforme hostile aux sciences économiques et sociales. À nouveau le spectre de la fusion avec un autre corps enseignant est repoussé. Cette fragilité institutionnelle sert d'occasion pour confier à une commission *ad hoc* la réécriture des programmes et, parallèlement, pour écarter l'inspection générale, sans doute trop en phase avec les enseignants des SES pour assurer la défense de la spécificité disciplinaire. D'autres soubresauts se produisent à l'occasion de nouvelles tentatives de rapprochement disciplinaire en 1985 (réforme Chevènement) et 1986 (réforme Monory). La quête d'une légitimité académique prenant appui sur l'autorité scientifique de la parole universitaire apparaît alors comme la condition de survie institutionnelle. La loi d'orientation de 1989 apparaît comme une opportunité, et l'association obtient tardivement la présence de ses membres dans le groupe technique disciplinaire (GTD) et parvient une nouvelle fois à infléchir une volonté de minimiser la dimension sociologique des SES. Aujourd'hui les SES constituent le seul enseignement d'exploration obligatoire en classe de seconde générale et technologique.

Ici, les logiques d'acteurs se justifient par la défense des contenus, qui apparaissent davantage comme des causes plutôt que des prétextes justifiant les résistances aux changements.

### **2.2.2 Didactique du curriculum et processus de disciplinarisation**

L'analyse du processus de disciplinarisation, du point de vue privilégié des contenus d'enseignement, permet un autre regard sur les facteurs des changements qui affectent, les enseignements. Dans ce cas le jeu des acteurs, bien que présent, n'apparaît qu'en arrière-plan.

---

<sup>1</sup> La constitution de la discipline scolaire n'engendre pas une discipline universitaire. Au contraire, deux disciplines académiques distinctes contribuent à l'émergence d'une discipline scolaire.

<sup>2</sup> L'Association des professeurs de sciences économiques et sociales (APSES).

## Géographie et contenus fédérateurs

L'exemple de la géographie à l'école primaire est à cet égard révélateur. Jean-Pierre Chevalier (2003)<sup>1</sup> a répertorié 6 périodes<sup>2</sup> (de 1833 à 2002) constitutives de l'insertion de l'enseignement de la géographie dans la politique scolaire, durant lesquelles trois grands modèles pédagogiques se succédèrent (des listes à apprendre, le modèle de la pédagogie intuitive liée à l'institutionnalisation de la discipline à l'école et l'approche fondée sur les psychologies constructivistes). Conjointement à l'action des acteurs de la politique scolaire, le chercheur a pris en compte des indicateurs d'ordre curriculaire tels que « *le statut de la géographie dans les programmes, ses pédagogies de référence, ses outils et méthodes caractéristiques et les rapports de l'école primaire avec l'enseignement secondaire* ». La périodisation est l'occasion de mettre en évidence l'évolution des savoirs de référence du champ de la géographie (géographie scolaire, géographie universitaire et savoirs des géographies appliquées et grand public) ainsi que les finalités changeantes de la géographie à l'école, dont les caractères économique et pratique, entre morale, valeurs républicaines et connaissance du monde sont révélateurs des enjeux économiques, sociaux et politiques des différentes périodes. (Pour la période contemporaine, l'auteur renvoie aux travaux de Monique Benoît<sup>3</sup>, François Audigier<sup>4</sup>, Micheline Roumégous<sup>5</sup> et Anne Bouchut<sup>6</sup>).

Dans un autre registre, les travaux d'Isabelle Lefort (1992)<sup>7</sup>, à travers l'analyse des programmes et les instructions officielles, les contenus et les méthodes, décrivent un siècle d'histoire de la géographie en France et notamment les rapports qu'entretiennent connaissances savantes et contenus enseignés. Son analyse montre que la formalisation des savoirs académiques et scolaires se développe dans les deux sens. Par exemple, suite à la défaite contre la Prusse, quand la décision de créer un enseignement de géographie impose la synthèse de l'organisation des connaissances, l'édition des manuels scolaires de géographie des lycées affecte en retour la géographie universitaire ce qui lui permet de s'affirmer et se structurer. Comme le suggère Isabelle Lefort, c'est la géographie scolaire qui a inventé la géographie universitaire, celle-ci glissant progressivement du champ des humanités vers celui des sciences. Ainsi la construction graduelle des contenus à enseigner apparaît-elle comme un élément clé de la constitution d'une discipline.

---

<sup>1</sup> Chevalier Jean-Pierre (2003). *Du côté de la géographie scolaire. Matériaux pour une épistémologie et une histoire de l'enseignement de la géographie à l'école primaire en France*. Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne. HDR. [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/22/20/72/PDF/HDR\\_JPC.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/22/20/72/PDF/HDR_JPC.pdf)

<sup>2</sup> Des inventaires géographiques (1833-1867). La géographie instrumentée par l'économie politique (1867-1882). La géographie discipline scolaire instituée (1882-1923). La géographie scolaire appuyée sur la science universitaire (1923-1969). La géographie discipline d'éveil (1969-1984). La géographie matière mineure (1984-2002).

<sup>3</sup> Benoît Monique (1992). *L'enseignement de la géographie à l'école primaire 1867-1991*, thèse, Université Paris-1.

<sup>4</sup> Audigier François (1993). *Les représentations que les élèves ont de l'histoire et de la géographie. À la recherche des modèles disciplinaires, entre leur définition par l'institution et leur appropriation par les élèves*. Thèse : Université Paris 7.

<sup>5</sup> Roumégous Micheline (2002). *Didactique de la géographie. Enjeux, résistances, innovations, 1968-1998*, Rennes : Presses Universitaires de Rennes, p. 220.

<sup>6</sup> Bouchut Anne (2002). *La ville comme objet d'enseignement au cycle III de l'école élémentaire*. Thèse. Paris : Université Paris 7. 474p. <http://cybergeog.revues.org/3843#tocto2n6>

<sup>7</sup> Lefort Isabelle (1992). La lettre et l'esprit. Géographie scolaire et géographie savante en France, 1870-1970. Paris : CNRS. In B. Lepetit (1996). Comptes rendus. *Annales. Histoire Sciences Sociales*, 51, 4, 928-930.



## **Technologie et contenus révélateurs**

L'enquête historique menée par Joël Lebeaume (2003)<sup>1</sup> privilégie le point de vue interne à la discipline en analysant les contenus et leur structuration à travers la lecture des programmes, des textes officiels, des manuels scolaires, etc. Elle permet de mettre en évidence les traits marquants de la construction de la technologie comme nouvel enseignement général au collège à partir de 1962.

L'examen des méthodes successivement mises en œuvre, méthode étant entendue au sens didactique, c'est-à-dire comme « *méthodologie générale d'une discipline* » (Joël Lebeaume, 2000)<sup>2</sup>, permet à Joël Lebeaume de rendre compte des principes fondateurs et constitutifs de l'éducation technologique. Ainsi l'élémentarisation, la progressivité et la flexibilité assurent-elles la cohérence d'ensemble de la discipline et permettent-elles de rendre générales les activités des élèves et leur progrès au cours de la scolarité. D'abord largement à l'initiative des enseignants, ces principes se structurent dans les programmes scolaires par ébauches successives, pendant que progressivement la technologie au collège prend la forme d'une discipline scolaire.

Les quatre méthodes caractéristiques repérées (méthodes des éléments logiques, du projet technique, des éléments de la qualité, des scénarios) indiquent les ruptures et les changements d'orientation successifs de la discipline. Les particularités des activités scolaires afférentes à chacune des méthodes sont analysées selon la cohérence entre les visées (heuristiques et expérientielles, orientation scolaire), les tâches prototypiques de la discipline (simples ou composées, exercices d'investigation scientifique ou de réalisation technique) et les références (domestiques ou industrielles, savoirs scientifiques ou pratiques sociotechniques). L'analyse de chacune de ces méthodes permet de mettre au jour d'une part les principes qui fondent la sélection des contenus, et d'autre part les visées, les tâches et les références qui jouent alors le rôle d'indicateurs des transformations de la discipline et d'indices pour la reconstruction de son évolution. La succession des méthodes révèle également l'instabilité de l'éducation technologique, dont la concrétisation de l'ambition éducative, être un enseignement général, c'est-à-dire une initiation technique sans intention préprofessionnelle, est laborieuse. Des commissions de travail (Laguarrigue<sup>3</sup>, 1970), (COPRET<sup>4</sup>, 1983) sont chargées de redéfinir et d'actualiser les contenus. Les raisons des choix programmatiques révèlent alors des tensions entre culture scientifique et culture technique, investigation scientifique et fabrications mécaniques, entre phénomènes et objets techniques, tensions qui se manifestent entre les inspections générales de sciences physiques et de techniques industrielles, comme au sein des associations d'enseignants. Les évolutions technologiques et le poids des réformes structurelles (prolongation de la scolarité à 16 ans en 1959, collège unique en 1975, découpage du collège en trois cycles en 1996) pèsent également sur la discipline. Le besoin d'un corps enseignant spécialement formé se concrétise par la création d'un CAPET de technologie en 1986, ce qui consolide la discipline.

---

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (2003). Construction de la technologie pour l'école moyenne en France : un aperçu historique. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*. 1, 83-99.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.

<sup>3</sup> Commission ministérielle de réforme de l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire.

<sup>4</sup> Commission permanente de réflexion sur les enseignements technologiques.

### 2.2.3 Traits communs et particularités des processus de disciplinarisation

Les résultats de ces travaux historique, sociologique et didactique et les hypothèses émises par leurs auteurs permettent d'effectuer un certain nombre de constats sur la nature des disciplines, notamment de repérer les traits communs et les particularités des processus empruntés par différents enseignements afin de mieux comprendre comment une matière s'installe dans le paysage disciplinaire. Les transformations du travail manuel pour l'école primaire (Joël Lebeaume, 1996)<sup>1</sup> signalaient aussi sa difficulté d'insertion, et la tension entre son greffage et son intégration.

Il semble que le principal point commun aux différents chemins empruntés par les disciplines réside dans l'existence de professeurs spécialistes. En effet, comme l'affirme Jean-Claude Forquin<sup>2</sup> (Forquin, 2006) : « *A coup sûr, l'existence d'un corps enseignant spécialement formé, recruté et désigné comme tel [...] constitue une des conditions essentielles de l'institutionnalisation d'une discipline.* ». Cependant, d'autres traits saillants se révèlent, d'après ces recherches aux approches contrastées.

### 2.2.4 Le prisme des acteurs

Plus qu'une simple matière d'enseignement dans un emploi du temps, une discipline scolaire est structurée autour d'un corps social prêt à défendre et promouvoir sa discipline, la reconnaissance du titre de discipline scolaire apparaît alors comme un gage de longévité, et cela passe bien souvent par un lien fort avec une discipline académique susceptible de légitimer la discipline scolaire. Quand ce lien n'existe pas, faute de grande sœur, toute la stratégie légitimatrice consiste alors à lui donner corps *ex nihilo*. Selon Goodson<sup>3</sup>, les disciplines scolaires précèdent chronologiquement les disciplines académiques. En se développant, en concevant de l'enseignant, une matière scolaire à faible statut crée le besoin d'une discipline savante parente pour assurer la formation de ses propres enseignants. Mais ce but atteint, la discipline n'est pas pour autant préservée des risques de disparition. Car, les réformes sont récurrentes, et les moments de remise en question de l'organisation pédagogique et administrative sont l'occasion pour les disciplines, de reconnaissance ou de consécration ou bien d'effacement soit par absorption, soit, paradoxalement victimes de leur succès, par leur disparition<sup>4</sup>. Ainsi, lors de ces occasions de renouvellement, le pouvoir donné aux commissions chargées de réfléchir à l'élaboration de nouveaux textes réglementaires révèle des tensions et des conflits entre groupes d'acteurs aux intérêts divergents et aux alliances mouvantes. La concurrence hiérarchique interdisciplinaire pour l'obtention de moyens et l'accès aux ressources financière, médiatique et politique se double parfois d'une lutte intra-disciplinaire entre courants en quête d'une légitimité académique (*reconnaissance statutaire, admission dans le corpus de savoir savant, délimitation de territoires entre chercheurs*). Plusieurs sous-groupes sociaux participent au processus de disciplinarisation : les décideurs politiques qui définissent des buts, discutent et votent les textes officiels, et rendent compte aux électeurs (notamment aux parents d'élèves, eux-mêmes acteurs), les experts, spécialistes universitaires ou membres de la société civile

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (1996). *École, technique et travail manuel*. Nice : Z'Éditions (Delagrave).

<sup>2</sup> Forquin Jean-Claude (2006). *Apprentissages documentaires, culture scolaire et problématique curriculaire*. <http://www.cndp.fr/savoirscdi/index.php?id=1506#hautpage>

<sup>3</sup> *Op. cit.*

<sup>4</sup> L'enseignement des poids et mesures en est un excellent exemple donné par André Chervel.

garants des connaissances scientifiques et/ou des besoins économiques, les agents administratifs situés à tous les échelons de la pyramide scolaire et enfin, le corps enseignant représenté par ses associations corporatistes ou amies et ses syndicats. Parmi ces acteurs, les représentants de l'administration chargés d'appliquer et de faire appliquer les réformes aux différents niveaux du système ont pour particularité de se maintenir après le départ, parfois rapide, des politiques qui décident des réformes.

Au centre de ce « grand théâtre de l'école » dont la pièce qui se joue n'est jamais achevée, les enseignants, professionnels spécialement formés au sein d'un corps administratif et individus indispensables à l'existence de la discipline, agissent à la fois comme coscénaristes, en amont de la définition de la discipline, et comme metteurs en scène. Seul acteur face aux élèves dans la classe, le professeur est l'ultime maillon de la chaîne éducative, dont la mission est de pourvoir à la mise en œuvre des finalités imposées à l'école. Il est le détenteur du pouvoir, en dernier ressort, de sélectionner mais aussi de façonner les moyens de provoquer, selon André Chervel, l'acculturation conforme (Chervel, 1988)<sup>1</sup>.

Dans ce contexte, la sélection des contenus d'enseignement n'est pas un acte anodin. Elle traduit au travers du prisme des finalités, surtout si l'on se place dans la durée, un certain état de la société. Le repérage et l'analyse des changements de contenus, de méthodes et, au-delà, de l'organisation administrative et pédagogique d'un enseignement permettent de reconstruire son histoire sous un angle différent du jeu des acteurs. Le processus de disciplinarisation apparaît alors à la fois comme une conformation progressive au modèle disciplinaire dominant et comme un miroir de la société.

## 2.2.5 Le miroir des contenus

Les frontières entre disciplines scolaires sont surtout délimitées par les programmes qui définissent les enseignements. Avec le temps qui passe, les continuités, les changements et les adaptations indispensables, voire inévitables, des contenus d'enseignement font ressortir les caractéristiques propres et les spécificités des disciplines.

Pour qu'un enseignement s'installe, existe puis résiste au temps, il doit respecter une certaine orthodoxie et prendre une forme d'organisation particulière. Comme le souligne Agnès Cavet (2011), « *l'heure de cours* » reste encore aujourd'hui le principe organisateur de la vie pédagogique, qui est découpée entre les grilles de l'emploi du temps, selon l'équation « une heure - un enseignant - une discipline - un cours - une classe ». »<sup>2</sup>. Les contenus scolaires se trouvent au cœur de ce dispositif et les choix programmatiques en matière d'enseignement ne sont pas anodins, comme le rappelle Laurence De Cock (2011)<sup>3</sup> à propos de la géographie, « *une matière première naturellement complexe, évolutive, et surtout (sur)chargée d'enjeux politiques [...] enflées de finalités autres que cognitives* ». Les conflits mentionnés *supra* au sein des commissions chargées de réfléchir à l'élaboration de nouveaux textes réglementaires se

---

<sup>1</sup> Chervel André (1988). Histoire des disciplines scolaires. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.

<sup>2</sup> Cavet Agnès (2011). *Rythmes scolaires : pour une dynamique nouvelle des temps éducatifs*. Dossier d'actualité de la VST, n° 60, février. <http://www.inrp.fr/vst/LettreVST/60-fevrier-2011.php>

<sup>3</sup> De Cock Laurence (2011). *Pour un aggiornamento de l'enseignement de l'histoire-géographie*. <http://aggiornamento.hypotheses.org/25>

soldent par des choix didactiques et organisationnels, qui révèlent les finalités, parfois cachées, qui président aux décisions politiques. L'analyse de l'évolution des contenus d'enseignement, de leur organisation et de leur diffusion, est propice à une périodisation révélatrice de l'évolution des missions du système éducatif dont doit se prévaloir une discipline pour exister et apparaît alors comme le moyen de rendre intelligibles à la fois le processus de construction disciplinaire et les principes fondateurs et constitutifs des disciplines.

Ainsi du versant sociologique au versant didactique, le rôle des acteurs et les contenus d'enseignements apparaissent-ils comme les deux faces d'un même phénomène de construction disciplinaire.

## **2.3 Un processus à reconstruire**

Au moment où l'enseignement de la technologie, par la création d'un CAPET *ad hoc*, est reconnu et valorisé, il semble opportun de questionner le processus de disciplinarisation de cet enseignement, pour saisir dans quelle mesure la présente réforme de structure en serait, sinon l'aboutissement, du moins une phase décisive ? Entre les approches socio-didactique et socio-historique, se pose alors la question du choix de l'angle d'analyse à privilégier pour mener à bien ce travail.

### **2.3.1 Une perspective didactique et curriculaire**

Cette recherche focalise la dynamique propre du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie industrielle sur le modèle de l'enseignement secondaire depuis la constitution du système éducatif et donc celle de la construction simultanée du système disciplinaire. En ce sens, elle est une contribution à la didactique des curriculums. En effet, l'analyse rétrospective et descriptive vise à expliciter les grands mouvements de l'enseignement technique, puis technologique, des génies techniques industriels, initiés dans l'enseignement secondaire et prolongés dans les classes préparatoires aux grandes écoles, ainsi que la structuration de ces enseignements au fil du temps selon une cohérence verticale révélatrice de la construction lente et progressive d'un curriculum disciplinaire de sciences de l'ingénieur.

La perspective didactique ambitionne de saisir l'enracinement historique de la configuration actuelle et d'examiner les évolutions ou les ruptures des contenus, de leurs enjeux et de leurs fonctions, et d'en proposer des hypothèses interprétatives.

### **2.3.2 Une contribution scientifique**

L'analyse didactique et historique présentée ici s'inscrit dans la lignée des travaux de l'histoire du système éducatif et des disciplines scolaires. Cependant, peu de ces travaux concernent les enseignements du technique et de la technologie. Quand c'est le cas, soit il s'agit davantage de recherches sur l'enseignement technique court ou le collège, soit les recherches couvrent majoritairement des périodes antérieures au XX<sup>e</sup> siècle.

L'apport scientifique de la recherche se situe à deux niveaux. En s'attachant à saisir le processus de disciplinarisation des enseignements technologiques, la recherche met en évidence certains des aspects constitutifs de la construction d'un curriculum devenu voie d'excellence, celui des sciences industrielles pour l'ingénieur, qui présente la

particularité de puiser ses racines dans un enseignement essentiellement professionnel. La recherche contribue également à combler un vide dans l'histoire du système éducatif français, aucune étude d'envergure ne s'étant attachée à retracer l'histoire des contenus de l'enseignement technique et technologique au lycée dans les formations de l'enseignement secondaire et des classes préparatoires.

Cette recherche qui s'inscrit dans les sciences de l'éducation est avant tout didactique, mais elle n'en constitue pas moins une contribution aux connaissances du vaste champ de l'histoire de l'éducation.

### 3. L'enquête historique

La recherche se situe à une échelle macro-didactique et vise à rendre compte et interpréter la dynamique du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie industrielle. Ce processus n'étant pas instantané, l'investigation exige une enquête historique sur une période longue.

La recherche est descriptive au sens de Sprenger-Charolles *et al.* (1987)<sup>1</sup>. Elle a « pour objet de décrire des faits, des objets, des événements, des comportements [...] une visée complémentaire de comprendre et d'expliquer. ». L'expertise présentée met en œuvre une méthode qualitative qui vise à construire des faits selon la technique d' « observation indirecte méthodique » (Georges Granai, 1967)<sup>2</sup> à partir des données documentaires recueillies dans des traces encore disponibles aujourd'hui.

Ainsi, l'enquête ambitionne la reconstruction du passé pour produire des connaissances. Se pose alors le problème de la validité scientifique des résultats. Pour Jean Claude Passeron (1992)<sup>3</sup> « La véracité des théories interprétatives propres aux sciences sociales reste à définir si l'on veut échapper au dilemme imposant qu'une proposition soit falsifiable ou extra-scientifique. ». Il distingue l'intelligibilité nomologique de l'intelligibilité comparative, « une intelligibilité qui n'est ni formelle ni nomologique ne peut être qu'interprétative ». Cependant, Antoine Prost (1996)<sup>4</sup> est plus tranché à propos des faits historiques : « Ce sont des affirmations vraies, parce qu'elles résultent d'une élaboration méthodique, d'une reconstitution à partir des traces. ». S'interroger ainsi sur la fiabilité des résultats et leur scientificité justifie la rigueur méthodologique mise en œuvre.

La méthodologie de recherche, mise en œuvre pour répondre à la problématique, est présentée selon un plan en quatre étapes. Il s'agit en effet de définir un itinéraire de recherche et les limites de l'enquête, et de constituer un corpus de données dont un traitement adéquat doit permettre de proposer les résultats.

Cependant, comme le rappelle Antoine Léon (1980)<sup>5</sup>, le découpage méthodologique d'une recherche historique en étapes ne constitue pas un processus simple et irréversible. Dans notre cas, Il s'agit davantage d'une reconstruction *a posteriori* d'une démarche itérative dont la mise en œuvre exige un affinage progressif et des allers et retours au sein de l'itinéraire de recherche.

---

<sup>1</sup> Sprenger-Charolles Liliane, Gagné Gilles, Lazure Roger, Ropé Françoise (1987). Propositions pour une typologie de recherches. *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation*, 11, 49-71.

<sup>2</sup> Granai Georges (1967). *Techniques de l'enquête sociologique*. In Georges Gurvitch (Dir.). *Traité de sociologie* (troisième édition revue et mise à jour). Paris : PUF. (p. 141).

<sup>3</sup> Passeron Jean Claude (1992). *Le raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*. Paris : Nathan. Une première forme de ce texte (l'énonciation historique) est parue en 1980 dans une thèse d'état « Les mots de la sociologie ». Nantes.

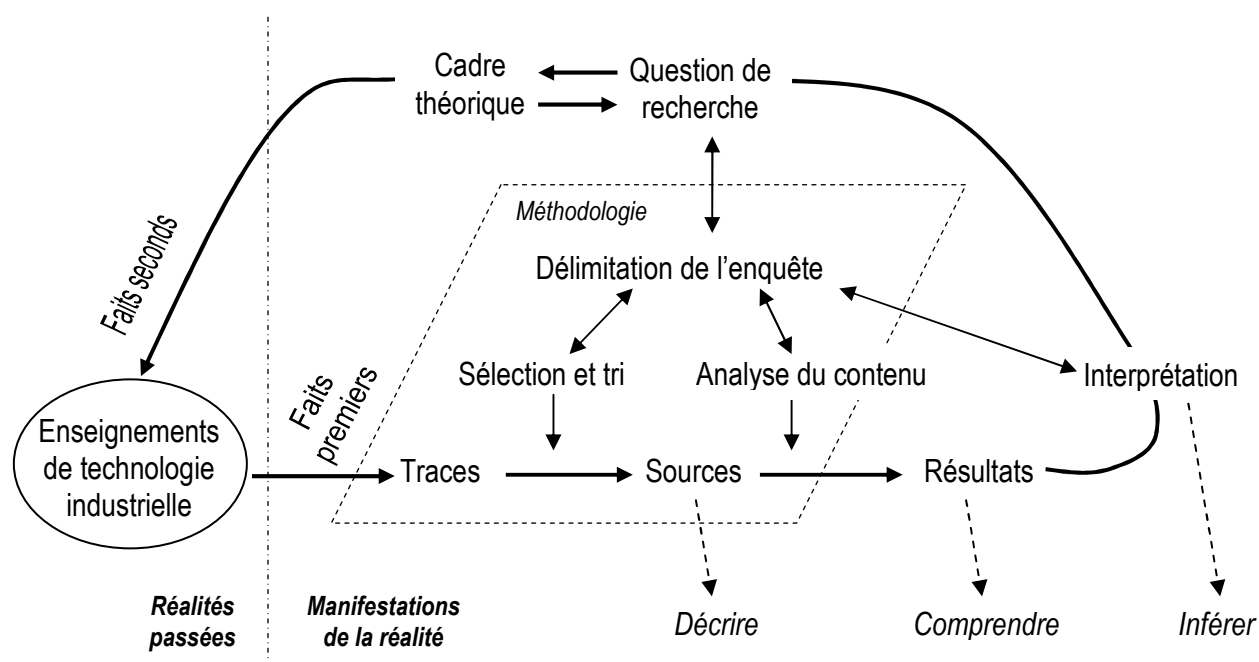
<sup>4</sup> Prost Antoine (1996). *Comment faire l'histoire des réformes de l'enseignement*. In Bruno Belhoste, Hélène Gispert et Nicole Hulin (Dir.). *Les sciences au lycée : un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*. Paris : Vuibert et INRP.

<sup>5</sup> Léon Antoine (1980). *Introduction à l'histoire des faits éducatifs*. Paris : PUF.

### 3.1 Présentation de l'itinéraire de la recherche

Les étapes méthodologiques s'inscrivent dans un itinéraire de recherche propre à la reconstruction de la réalité passée d'un enseignement scolaire. Joël Lebeaume (1998)<sup>1</sup> propose un schéma de cet itinéraire conforme à sa démarche. Celle-ci est adaptée à son ambition, en tant que didacticien travaillant l'histoire des disciplines, « de rendre intelligible cette réalité qui lui est inaccessible et qu'il ne peut appréhender que par les traces qui en sont des manifestations ».

Le schéma de Joël Lebeaume, réarrangé pour la problématique (fig. 3-1), remplit des fonctions à la fois méthodologiques et explicatives. Il emprunte la distinction proposée par Jeanne Parain-Vial (1966)<sup>2</sup>, selon laquelle les faits premiers (ici les traces et les sources) sont les manifestations accessibles de la réalité construite par les faits seconds (ici l'enseignement étudié). Ce schéma permet également de montrer la construction de l'objet de recherche, d'une part en distinguant l'enseignement étudié des traces identifiables et, d'autre part en distinguant les traces des sources. Il met en évidence la dépendance solidaire du recueil sélectif des faits premiers vis-à-vis de la question de recherche (symbolisée par les doubles flèches) ; de la même façon, il montre que les faits premiers analysés et interprétés ne sont susceptibles de révéler le fait second que selon la problématisation définie. Enfin, Il permet de montrer qu'un enseignement est un objet singulier, didactifié.



**Figure 3-1 : itinéraire de recherche pour la reconstruction des enseignements de technologie industrielle**

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (1999). *Intelligibilité du travail manuel et de la technologie. Investigation didactique et histoire des disciplines*. In Alain Durey, Joël Lebeaume, Pierre Vérillon (dir.). Séminaire de didactiques des sciences expérimentales et des disciplines technologiques, 1997-1998, Construction de « faits » en didactique. Cachan : UMR STEF, ENS Cachan, INRP, 56-63. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes\\_97-98.pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes_97-98.pdf)

<sup>2</sup> Parain-Vial Jeanne (1966). *La nature du fait dans les sciences humaines*. Paris : PUF.

Cet itinéraire de recherche, adapté à l'étude à un instant « t » de l'histoire d'un enseignement ou d'une discipline scolaire, constitue également un outil d'analyse diachronique. Sa mise en œuvre nécessite de définir les limites de l'enquête, celles-ci portent sur la durée, le segment d'enseignement étudié, les outils d'analyse utilisés, les faits premiers retenus pour mener l'enquête et le contexte dans lequel ils s'inscrivent.

### **3.2 Délimitation de l'enquête**

La recherche analyse le curriculum particulier des enseignements étiquetés technique, technologique puis sciences de l'ingénieur.

L'ambition est d'identifier les évolutions et les configurations successives de ces enseignements. L'examen est limité à leur définition ou conception c'est-à-dire au curriculum formel, et malgré la recommandation de Andrée Chervel (1988)<sup>1</sup> ne sont pas étudiées les mises en œuvre dans les pratiques effectives en classes, ni les effets. Il s'agit alors de démêler l'écheveau des figures d'un enseignement dont l'évolution s'inscrit dans la dynamique des changements et des réformes. Plusieurs évolutions se superposent en effet au cours du passage d'un enseignement professionnel à un enseignement de culture générale : les évolutions des besoins de main-d'œuvre en nombre et en qualification, celles des techniques et des pratiques de références associées, celles du nombre croissant d'élèves à scolariser sur une période plus longue, celles du système éducatif qui aboutit à des enseignements de technologie au sein de chacune des trois voies, technologique, professionnelle et générale que l'on connaît aujourd'hui au lycée.

Dès lors, il convient dans un premier temps de définir une période significative du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie.

#### **3.2.1 1945-2012 : le choix d'une période significative du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie**

La Libération, période mouvementée propice aux changements, est un moment de rupture dans l'histoire de l'enseignement technique. Deux mouvements apparemment contradictoires affectent l'enseignement technique, une perte d'autonomie toujours préservée jusque-là<sup>2</sup> et un renforcement de ses prérogatives.

En 1945, une vague de réformes réorganise les instances consultatives et administratives du nouveau ministère de l'Éducation nationale. C'est l'occasion de supprimer le Conseil supérieur de l'enseignement technique<sup>3</sup> (CSET) créé en 1870. La perte de ce symbole représentatif de la longue et patiente construction d'un enseignement technique autonome est cependant compensée par une nouvelle direction de l'enseignement technique dotée d'une structure administrative et pédagogique aux compétences élargies. En effet, dans le contexte de la reconstruction du pays, la direction de l'enseignement technique obtient notamment, en plus des établissements

---

<sup>1</sup> Chervel André (1988). *Histoire des disciplines scolaires. Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.

<sup>2</sup> Le transfert de la tutelle de l'enseignement technique du ministère du commerce vers celui de l'enseignement public en 1920 ne remet pas en cause son autonomie (cf. § 4.8.2).

<sup>3</sup> Ordonnance n° 45-820 du 26 avril 1945. Conseil supérieur de l'enseignement public. Création.



qu'elle dirige avant la guerre<sup>1</sup>, la charge, dès 1944<sup>2</sup>, de quelque 850 centres de formation professionnelle (CFP) initiés en 1939 pour participer à l'effort de guerre et développés par le régime de Vichy et la création en 1946<sup>3</sup> du baccalauréat mathématiques et technique.

L'enseignement technique se trouve alors à la tête d'un réseau d'établissements qui couvre l'ensemble de la formation technique industrielle de l'ouvrier à l'ingénieur. En plus des Écoles nationales d'Arts et Métiers, futurs écoles d'ingénieurs, l'enseignement technique industriel prend en charge dans le second degré 1) la formation, dans les centres d'apprentissage nouvellement créés (1944), des futurs ouvriers aux niveaux des certificats d'aptitude professionnelle (CAP), 2) la préparation des futurs techniciens au sein des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques existants et 3) la sélection, dans les sections spéciales des ENP, d'une élite titulaire du baccalauréat mathématiques et technique (1946) et destinée aux emplois d'ingénieur des Arts et Métiers ou d'enseignant du technique.

Cette nouvelle organisation structurelle et pédagogique de l'enseignement technique et professionnel s'inscrit dans un schéma plus général de redéfinition des missions de l'école discutée notamment dans le cadre de la Commission de réforme de l'enseignement dirigée par Paul Langevin puis Henri Wallon entre 1944 et 1947.

Comme le montre le chronogramme *infra* (fig. 3-2), ces changements apparaissent comme la première étape des réorganisations administratives et pédagogiques successives qui aboutissent en 1985 à une nouvelle structuration des enseignements technologiques. La mutation des baccalauréats de techniciens en baccalauréats technologiques et la création des baccalauréats professionnels entraînent la disparition progressive des brevets de techniciens très spécialisés et donnent naissance aux trois voies, générale, technologique et professionnelle de l'enseignement secondaire qui mènent respectivement aux baccalauréats éponymes.

Au milieu des années 1960, les changements affectent principalement les collèges techniques (CT) et les Écoles nationales professionnelles (ENP) historiquement à l'origine de l'enseignement technique. Ces changements sont initiés par la réforme Berthoin de 1959<sup>4</sup> qui, en même temps qu'elle intègre l'enseignement technique dans un système d'enseignement scolaire unifié, crée l'enseignement technique court et les collèges d'enseignement technique, ainsi que l'enseignement technique long avec les lycées techniques. Le vote de la loi d'orientation sur l'enseignement technologique<sup>5</sup> de 1971 fait finalement disparaître le mot technique du vocabulaire de l'Éducation nationale au profit de celui de technologie. Son article 5 précise cependant « *Les enseignements technologiques sont constitués par l'ensemble des moyens destinés à assurer la*

---

<sup>1</sup> Les Écoles nationales professionnelles (ENP), les Écoles pratiques de commerces et d'industrie (ECPI) rebaptisés collèges techniques (CT) en 1941 et les Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM) qui deviennent des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) en 1947.

<sup>2</sup> Arrêté du 18 septembre 1944. Rattachement à la direction de l'enseignement technique des centres de formation professionnelle dépendant de l'ancien commissariat général à la jeunesse.

<sup>3</sup> Décret n° 46-926 du 6 mai 1946. Supplément au BO n° 24 du 13 mai 1946. Modification du régime des examens.

<sup>4</sup> Décret n° 59-57 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 10. Réforme de l'enseignement public (dite réforme Berthoin).

<sup>5</sup> Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. Loi d'orientation sur l'enseignement technologique.

formation professionnelle initiale et la formation continue dans les différents domaines de l'économie. ».

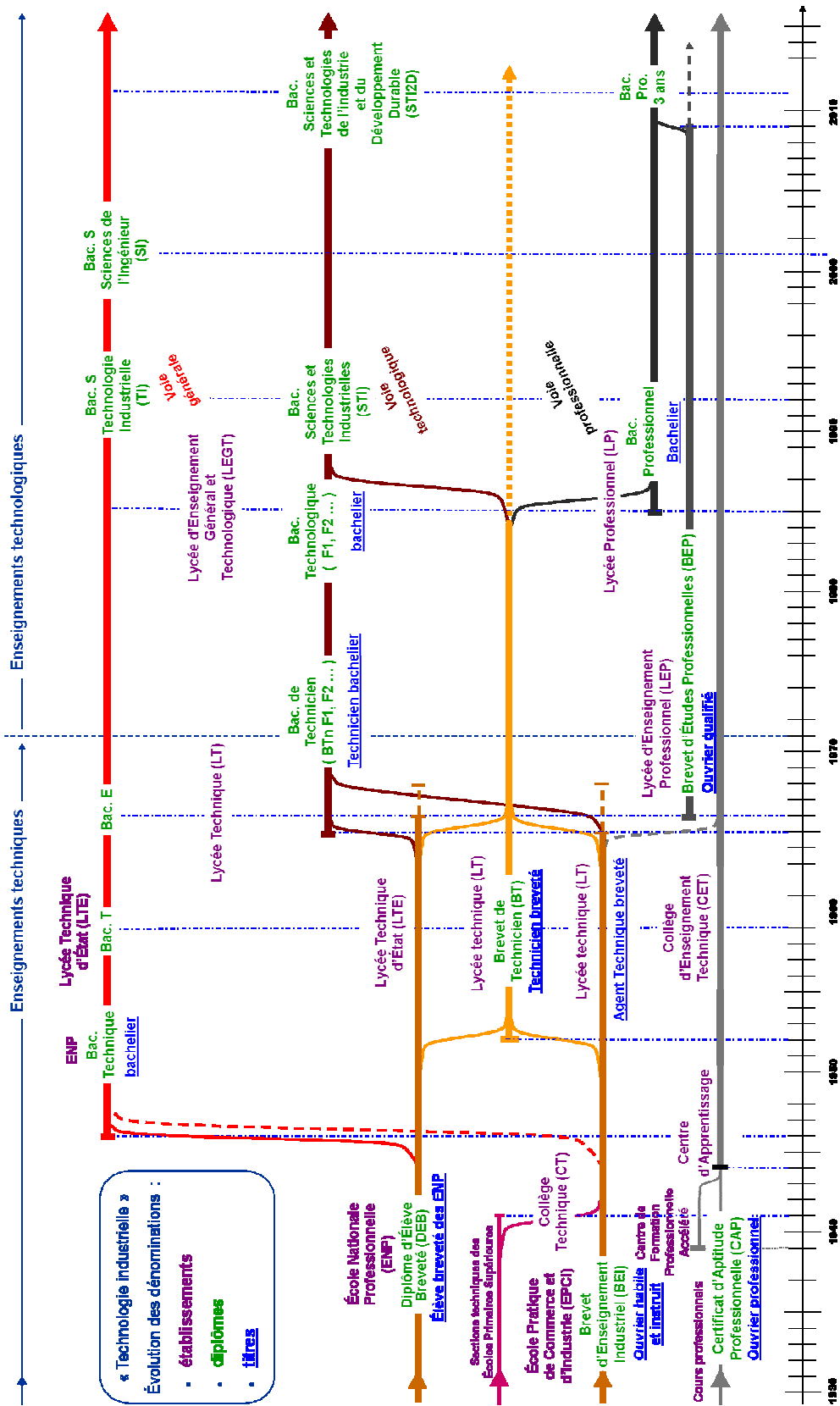


Figure 3-2 : technologie industrielle, structuration progressive des trois voies de l'enseignement du second degré

Ainsi l'immédiat après-guerre constitue-t-il pour l'enseignement technique le début d'une nouvelle histoire au sein de laquelle les matières enseignées et les domaines professionnels de référence se diversifient pour finalement se resserrer à partir des années 1990<sup>1</sup> dans un nouveau dualisme autour de la technologie industrielle et des sciences de l'ingénieur (en 2001) d'une part et de la diversité des enseignements professionnels d'autre part. La création en 2011 du baccalauréat STI2D (sciences et technologies pour l'industrie et le développement durable) confirme ce mouvement, ce qui justifie d'étendre la durée sur laquelle porte la recherche jusqu'à cette date. Il importe alors de définir parmi ces enseignements celui ou ceux les plus à même de servir de témoin du processus de disciplinarisation de la technologie.

Si la figure 3-2 montre les changements qui affectent l'enseignement technique puis technologique pendant la période étudiée, deux remarques s'imposent. Premièrement, sur le chronogramme n'apparaît que la face visible des changements, c'est-à-dire la dénomination des établissements, des diplômes et des titres délivrés. Les véritables modifications sont masquées, et concernent d'une part les missions et les contenus d'enseignement et d'autre part les personnels enseignants. Deuxièmement, l'enseignement technologique de la voie générale apparaît comme isolé, sans lien avec les voies technologique et professionnelle, alors que l'étude approfondie de cette voie montrera qu'il n'en n'est rien.

### **3.2.2 Le choix de l'étude du baccalauréat mathématique et technique comme ossature de la recherche**

Depuis les conditions particulières de sa naissance jusqu'à la situation contemporaine, trois raisons coexistent pour justifier le choix de structurer la recherche autour du baccalauréat technique du second degré et de l'étude de sa progressive transformation en option sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique de la voie générale.

Parmi les enseignements techniques, celui qui mène au baccalauréat mathématiques et technique<sup>2</sup> constitue dès sa création en 1946 une voie d'excellence. Il devient le passage obligé des futurs cadres de l'enseignement technique, inspecteurs et formateurs, vers l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET) ou la formation d'ingénieur de production dans les Écoles nationales d'ingénieurs des Arts et Métiers (ENIAM). Le baccalauréat technique, devenu le bac E en 1967 et réputé à l'époque comme étant le plus difficile des baccalauréats<sup>3</sup>, a servi de vitrine et de modèle à l'enseignement technique. Il a toujours eu pour fonction de sélectionner l'élite de l'enseignement technique puis technologique. Enfin, la création de ce baccalauréat, par la nature et le sens que revêt ce diplôme en France, constitue sans doute le premier acte du processus de disciplinarisation d'un enseignement qui, de technique au sens premier du terme, glisse progressivement vers un enseignement scientifique.

---

<sup>1</sup> Décret n° 92-57 du 17 janvier 1992. JORF n°16 du 19 janvier 1992, p. 922. Modifiant le décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976 relatif à l'organisation des formations dans les lycées. En continuité de la loi d'orientation n° 89-486 du 10 juillet 1989 sur l'éducation (dite loi Jospin).

<sup>2</sup> Appelé communément le bac technique.

<sup>3</sup> Selon les propos tenus lors d'un entretien par Raoul Cantarel, inspecteur général du ministère de l'Éducation nationale honoraire, Vice-président national de l'AFDET depuis 2009 et ancien directeur du CERPET (Centre d'études pour la rénovation pédagogique de l'enseignement technique).

Cependant, si la reconstitution des conditions de transformation successive de ce baccalauréat constitue l'ossature de la recherche, il est indispensable de resituer ce dernier dans l'ensemble curriculaire au sein duquel il s'insère. En effet, en amont des classes de première et de terminale, la classe de seconde apparaît dans ce processus. C'est un élément clé qui mérite à ce titre une attention particulière dans la mesure où, la seconde industrielle voit son statut évoluer de classe propédeutique de l'enseignement technique vers celui de classe de détermination. De la même manière, en aval, l'intégration en 1995 des sciences industrielles pour l'ingénieur (SII) dans les contenus des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs est un élément fondamental du processus de disciplinarisation, étape essentielle de l'achèvement de la construction d'une voie d'excellence organisée selon un système disciplinaire vertical structuré dès le collège. À cet égard les travaux consacrés à l'éducation technologique au collège sont convoqués (Joël Lebeaume, 2000)<sup>1</sup>.

### 3.2.3 Le choix des focales d'analyse du curriculum prescrit

Construction sociale avant tout, une discipline scolaire n'en est pas moins susceptible d'être analysée selon des caractéristiques qui lui sont propres. Ainsi le travail repère et analyse les successives missions officiellement assignées aux enseignements technique et technologique, les évolutions de leurs contenus<sup>2</sup> organisés en matières d'enseignement et celles de l'organisation administrative et pédagogique nécessaire à la mise en œuvre de ces contenus.

Dès lors, ces trois ensembles, missions, contenus et organisation, constituent les descripteurs principaux de l'enquête historique, et structurent un schéma d'analyse tripolaire valable tant pour l'étude synchronique que diachronique des enseignements technologiques. Ces trois pôles d'analyse se recoupent avec les six axes de réflexion proposés au sujet des disciplines scolaires par Yves Reuter (2004<sup>3</sup>, 2007<sup>4</sup>).

En effet les missions, d'ordre politique (Jean-Louis Martinand, 2003)<sup>5</sup>, fixent la légitimité d'un enseignement qui s'exprime par les choix de ses objectifs, contenus et références. Cette légitimité justifie alors, de la part de la société, des ressources financières, organisationnelles, tant administratives que pédagogiques, nécessaires à sa mise en œuvre. Dans le schéma tripolaire d'un enseignement (fig. 3-3), la cohérence entre les réformes scientifiques et pédagogiques qui réorganisent les contenus et les méthodes d'enseignement (les modalités d'enseignement), et les réformes politiques qui conditionnent les nouveaux modes d'organisation apparaît comme une contrainte venant s'ajouter à ces deux conditions.

---

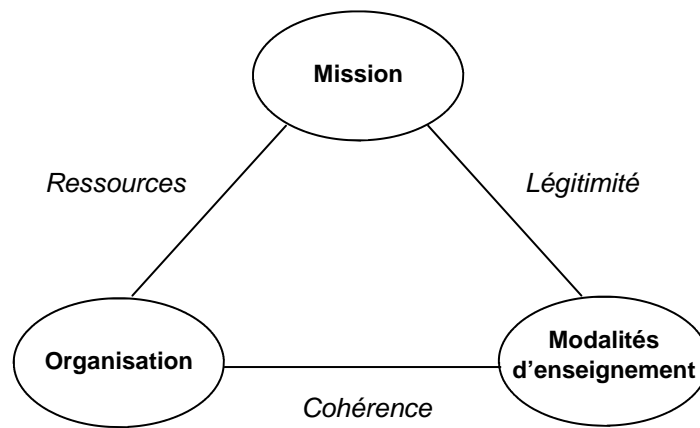
<sup>1</sup> Lebeaume Joël. (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.

<sup>2</sup> Au sens large : savoir, savoir-faire, savoir-être, connaissance, compétence, et par extension, les méthodes et effets escomptés *ad hoc*.

<sup>3</sup> Reuter Yves (2004). *Analyser les disciplines : quelques propositions*. 9<sup>e</sup> colloque de l'AIRF, 26-28 août, Québec.

<sup>4</sup> Reuter Yves (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.

<sup>5</sup> Martinand Jean-Louis (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(1), 100-116.



**Figure 3-3 : schéma tripolaire d'un enseignement**

Ces focales d'analyse permettent de définir les faits premiers à retenir pour mener l'enquête historique.

### **3.2.4 Les faits premiers à retenir pour mener l'enquête historique**

Les faits premiers à retenir doivent permettre de caractériser, sur la période étudiée, les évolutions des enseignements de technologie industrielle. Il s'agit essentiellement des éléments du curriculum prescrit susceptibles d'être décrits à l'aide des focales d'analyse précédemment définies.

Ainsi les missions selon qu'elles visent la sélection, l'orientation, la poursuite d'étude ou la formation professionnelle dévoilent des faits relatifs aux choix fondamentaux concernant la finalité assignée aux enseignements de technologie.

Dans ce contexte, les contenus, en tant que principaux constituants de l'enseignement, se révèlent être des faits majeurs. Il s'agit, dans le large champ disciplinaire des technologies industrielles, de repérer et d'analyser les différents aspects de ces contenus, notamment les outils et les méthodes pédagogiques, le volume, la présentation rédactionnelle, les objectifs et les finalités, les savoirs pratiques et théoriques, les méthodes et outils d'analyse, spécialement ceux utilisant les graphismes techniques ainsi que leurs références au milieu industriel. Les modalités d'enseignement constituent un excellent témoin de la construction de savoirs scolaires qui accompagnent le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie. En effet la sélection de savoirs théoriques, distincts des savoir-faire techniques, tendent à majorer le statut des enseignements et donc à légitimer la reconnaissance de la technologie comme une discipline générale.

Enfin, l'analyse des moyens administratifs et pédagogiques nécessaires à la mise en œuvre des enseignements révèle également un grand nombre de faits symptomatiques du processus de disciplinarisation. Il s'agit de l'organisation du système éducatif en ordre ou en degré, de la structure de l'administration en charge des enseignements de technologie, de sa différenciation en voies au sein de différents types d'établissement. Les évolutions touchent aussi la durée totale de formation et l'évaluation des élèves, notamment la nature, la durée et le coefficient des épreuves d'examen ainsi que les diplômes délivrés (l'intitulé, le niveau, la reconnaissance). Les changements affectent

aussi les intitulés des matières technologiques et la durée de formation hebdomadaire qui leur est consacrée, ainsi que la forme (cours, travaux dirigés ou travaux pratiques) et les locaux (salle banalisée, ateliers, laboratoires) dans lesquels ils sont dispensés. Les modifications affectant le personnel enseignant concernent le statut et le corps, le niveau de recrutement, les concours, la formation (durée, organisme) et les spécialités disciplinaires.

### **3.2.5 Une vision d'ensemble du processus de disciplinarisation**

Si l'étude diachronique des changements qui affectent les enseignements à caractère industriel de la voie générale constitue le noyau de la recherche, ces évolutions s'inscrivent dans un mouvement d'ensemble. Dès lors il devient indispensable d'analyser en parallèle les changements qui s'opèrent dans la voie technologique, et, dans une moindre mesure, dans la voie professionnelle ou dans l'enseignement de la technologie au collège.

En effet, les contenus, les méthodes et les outils pédagogiques utilisés, la qualification des professeurs des différentes voies de l'enseignement technologique, toutes contrôlées par une inspection générale commune, sont autant d'éléments en interrelation dans un système qui évolue sans cesse. Il convient, par exemple, d'examiner la diffusion des résultats des expérimentations et des innovations menées dans une voie et dans un segment scolaire vers les autres voies ou niveaux scolaires.

Enfin les évolutions et les ruptures qui affectent les enseignements étudiés relèvent d'une triple dynamique, politique et institutionnelle, administrative, et pédagogique dont il convient alors d'examiner la synchronie éventuelle ou les temps d'intégration. La recherche s'attache, afin de rendre intelligibles les grands mouvements du processus de disciplinarisation, à relier entre eux des faits potentiellement distants dans le temps mais qui se superposent et s'imbriquent.

Ainsi présentés, l'itinéraire de recherche, les limites de l'enquête et les faits à retenir conditionnent la constitution du corpus devant permettre de fournir les éléments documentaires pour mettre au jour, interpréter et le cas échéant expliquer le processus de disciplinarisation.

## **3.3 Constitution du corpus et recueil des données**

Afin d'éclairer le processus de disciplinarisation des enseignements de technologie au cours des soixante-cinq dernières années, la recherche recense et analyse des données issues d'un corpus regroupant un large éventail de sources documentaires, à la fois interne et externe à l'institution scolaire.

Les choix qui président à l'élaboration du corpus sont justifiés par la volonté de rassembler des données susceptibles de permettre de repérer puis d'explicitier les changements, les évolutions et les ruptures qui s'opèrent au niveau des missions, de l'organisation administrative et pédagogique, et des contenus des enseignements de technologie au lycée et dans les classes préparatoires au cours de la longue période étudiée. Cette optique justifie la sélection de différentes catégories de sources documentaires et donc des médias desquels sont extraits les documents porteurs des données et des informations élémentaires nécessaires à la recherche.

La constitution du corpus est guidée par deux questions : premièrement, quelles sont les données nécessaires à l'investigation ? Deuxièmement, quelles sont les sources permettant de recueillir ces données ?

### 3.3.1 Le choix des données

Quatre catégories de données sont susceptibles de contribuer à la construction des faits concernant le processus de disciplinarisation des enseignements de technologie : des données d'ordre argumentatif contenus dans les discours, des données d'ordre réglementaire fournies par les textes normatifs, des données d'ordre didactique et pédagogique ayant trait aux contenus et aux méthodes d'enseignement et enfin des données d'ordre scientifique, notamment les recherches historiques utilisées ici en seconde main (fig. 3-4).

Il est à noter que, si chaque catégorie recense des données homogènes, différentes sources peuvent receler des données relevant d'une même catégorie, tout comme un même document peut comporter des données appartenant à différentes catégories.

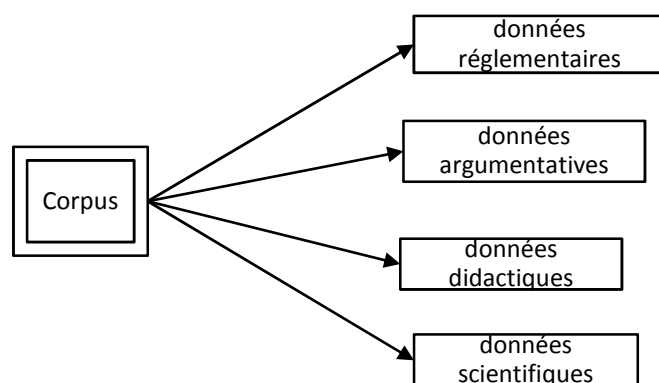


Figure 3-4 : corpus, les catégories de données

#### **Les données réglementaires**

Ces données sont fournies par les textes normatifs<sup>1</sup> qui régissent l'organisation et le fonctionnement de l'administration scolaire. Les précisions de Renaud d'Enfert (2010)<sup>2</sup> à propos de l'importance de ces textes officiels pour les historiens des disciplines scolaires s'appliquent à cette recherche.

*« ... pour saisir l'évolution des politiques scolaires, des plans d'études, des contenus et des méthodes d'enseignement ainsi que des objectifs qui leur sont assignés [...] ils fournissent également des informations de première importance sur les conceptions dominantes en matière d'enseignement comme sur les pratiques pédagogiques en vigueur à telle ou telle période de l'histoire. » (p 148).*

<sup>1</sup> Les textes normatifs regroupent les lois et les règlements (décrets et arrêtés) destinés à tous les citoyens et les circulaires destinées aux administrations et aux agents de l'État en vue de l'application des lois et règlements. <http://www.dictionnaire-juridique.com/definition/norme-normatif-normative.php>

<sup>2</sup> D'Enfert Renaud (2008). In Guy Legrand et Isabelle Delcambre (Dir). (2008). Textes officiels et école. *Spirale*, 42, 148-150.

URL : <http://histoireeducation.revues.org/index2235.html>

De plus, ces données, officiellement datées et répertoriées, sont des jalons indispensables au repérage chronologique et donc à la structuration de l'analyse du processus de disciplinarisation. À ce titre, le code de l'enseignement technique (1956)<sup>1</sup> constitue un recueil essentiel.

### ***Les données argumentatives***

Ces données sont principalement des discours dont les origines peuvent être institutionnelles ou non. Cependant, le regard sur l'objet de recherche étant situé hors de l'action politique directe, les discours politiques s'en trouvent exclus. Les discours analysés sont ainsi ceux des cadres du système éducatif, des formateurs de professeurs et des professeurs eux-mêmes qui animent les débats sur les finalités et rendent compte des missions assignées aux enseignements technologiques. Ils expriment des idées, des opinions, et justifient ou condamnent les réformes. Ils sont généralement idéologiques, mais peuvent avoir un caractère historique, technique, didactique ou pédagogique. Une fois précisé le contexte social, économique ou politique dans lequel le discours est présenté, la portée explicative du discours est fonction de la qualité de son auteur et du nom au titre duquel il s'exprime. Après avoir identifié la cible du message, la difficulté réside alors dans son décryptage et son interprétation entre finalités formelles et réelles. Ainsi lorsque le directeur de l'enseignement technique, Albert Buisson, déclare en 1948 dans la revue TAS<sup>2</sup> « *si nous n'y prenions pas garde, une seule des voies qu'il [l'enseignement technique] propose serait bientôt fréquentée par la grande majorité, sinon par l'ensemble des élèves issus des classes nouvelles* », il n'évoque à aucun moment la finalité du baccalauréat technique qui est de sélectionner l'élite de l'enseignement technique. Ses arguments mettent en garde contre « *cette effarante ruée vers la conquête d'un parchemin* » et tendent à valoriser, pour les « *bons esprits* », les formations de techniciens des sections normales des Écoles nationales professionnelles (ENP).

### ***Les données didactiques et pédagogiques***

Les données d'ordre didactique et pédagogiques recourent les informations ayant trait aux contenus et aux méthodes d'enseignement sous formes écrite ou graphique. Elles renseignent sur les évolutions tant pédagogiques que didactiques, notamment en repérant au cours du temps, les invariants et les nouveautés. Les choix opérés, les contenus susceptibles d'être enseignés, renseignent sur les évolutions et les orientations données aux enseignements, notamment celles en lien avec les pratiques sociotechniques du monde industriel et qui constituent donc les références de l'enseignement. Ces données renseignent également sur les enjeux du moment.

### ***Les données scientifiques***

Enfin, les données scientifiques reposent sur les faits disponibles produits par des travaux de recherches, récents ou anciens, principalement dans les domaines de la didactique et de l'histoire de l'éducation. À cet égard l'enquête historique s'appuie sur la compilation de travaux historiques

---

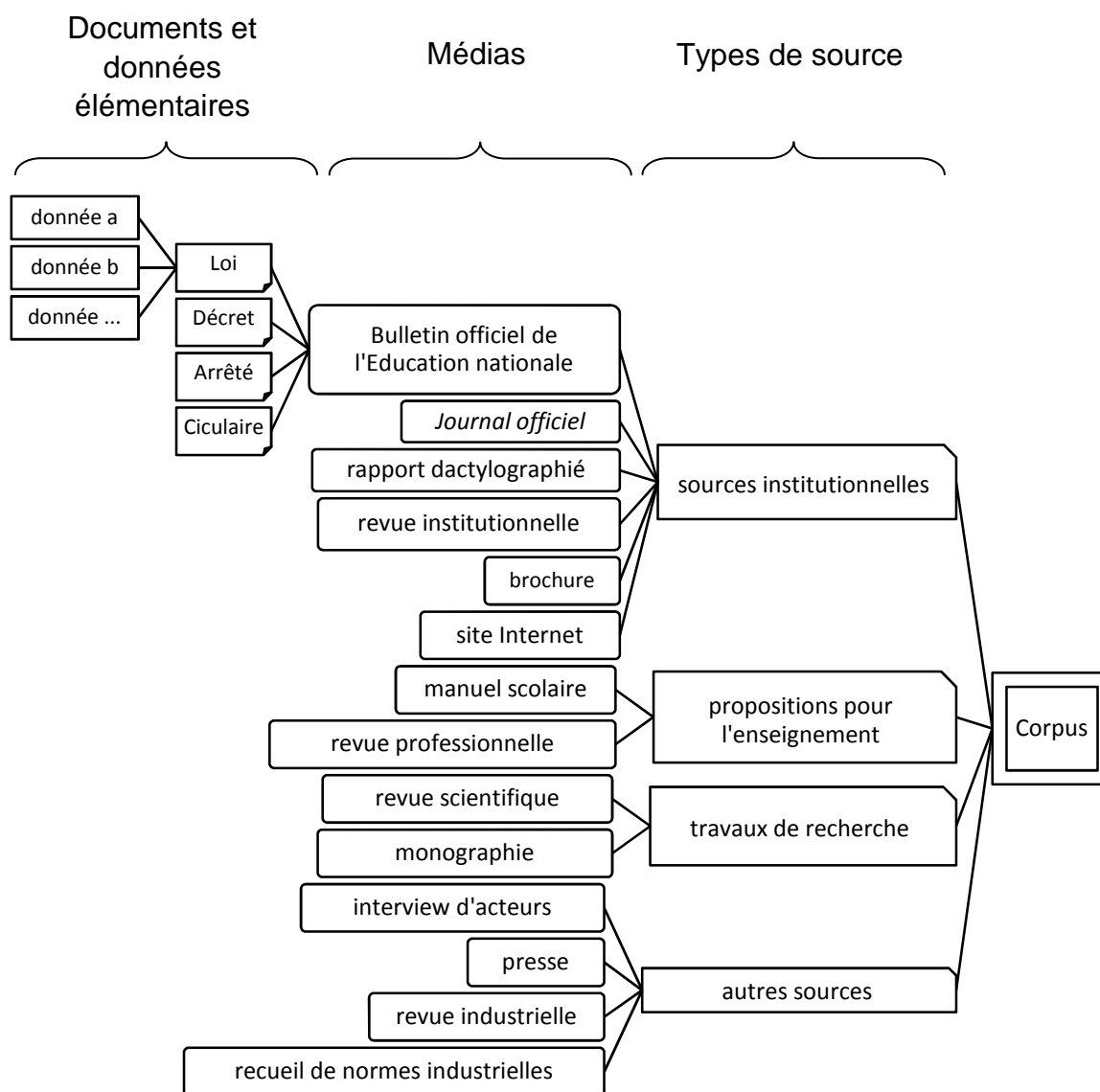
<sup>1</sup> Legay Fernand, Cauet, R. (1956). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Buisson Albert (1949). Un débouché pour les classes nouvelles : la formation des techniciens. *Technique Art Science*. 10, 1-4.



### 3.3.2 Les sources et le recueil des données

Le corpus est constitué de quatre types majeurs de sources : les sources institutionnelles ; les propositions pour l'enseignement ; les résultats des travaux de recherche ; les autres sources (fig. 3-5). Chaque type de source est susceptible, à des degrés divers, de fournir des informations relevant des différentes catégories de données décrites *supra*, cette imbrication entre les données et les sources conférant à la fois pertinence et complexité au corpus. Cependant, les sources institutionnelles et les propositions pour l'enseignement constituent la part la plus importante du corpus.



**Figure 3-5 : corpus, les types de sources, les supports médiatiques associés, les documents et données élémentaires**

#### **Les sources institutionnelles**

Différents médias ont pour vocation de diffuser les documents et informations produits par les institutions. Il y a lieu de distinguer les textes normatifs (ou textes officiels), c'est-à-dire les lois et textes réglementaires ayant valeur contraignante, publiés au *Journal officiel* de la République française (JORF) et dans le Bulletin officiel du ministère de l'Éducation nationale (BO), des autres écrits, de nature informationnelle,

publiés dans un très grand nombre de médias aux différents niveaux du système éducatif. Il peut s'agir alors de rapports commandités par l'administration, d'informations publiées dans les revues institutionnelles ou la presse officielle, sur les sites Internet des différents organismes du secteur public, ou encore d'une simple brochure éditée par un établissement. La recherche ne prend que faiblement en compte les débats préparatoires aux votes des principales lois dans les institutions parlementaires (Sénat et Assemblée nationale), d'une part en raison de la difficulté à recueillir de telles sources sur la longue période de référence de la recherche, et d'autre part en raison de la volonté de privilégier l'analyse des discours internes de l'enseignement.

### *Les textes officiels*

Les textes réglementaires et prescriptifs émanant du ministère de l'Éducation nationale paraissent chaque semaine dans son BO (*bulletin officiel*)<sup>1</sup>, et constituent des jalons qui permettent de reconstituer les changements du curriculum étudié, d'ordre structurel ou pédagogique, de repérer les dates significatives de ces changements et de les situer par rapport aux grandes réformes de l'école. Du fait de « *leurs spécificités en tant que sources des enquêtes historiques* », ils constituent selon Joël Lebeaume (2008)<sup>2</sup> « la discipline en directives ».

Pour une utilisation efficace de cette partie du corpus et une bonne compréhension de ce cadre réglementaire et du sens des données qu'il recèle, il est important de définir pour chaque type de textes, leurs fonctions, les acteurs habilités à les signer, leurs portées et leurs destinataires. Ces textes sont rédigés sous forme d'articles numérotés. La présentation *infra* est organisée dans l'ordre hiérarchique des textes.

La loi<sup>3</sup> est une « *règle écrite, générale et permanente élaborée par le parlement* » (Raymond Guillien, Jean Vincent, 1974)<sup>4</sup>. Elle est signée par le président de la République, contresigné par le Premier ministre et les ministres responsables. Sa promulgation par le chef de l'État atteste de son existence et donne l'ordre aux autorités publiques de l'observer et de la faire observer. La recherche s'appuie sur la lecture de la loi du 11 décembre 1880 sur les écoles manuelles d'apprentissage<sup>5</sup> et de 20 autres lois relatives à l'éducation parues entre 1941 et aujourd'hui (*cf.* bibliographie), ainsi que de textes de lois publiés dans des travaux d'histoire de l'éducation (*cf.* § 4). Le recensement des lois est aisé car elles sont citées dans de nombreux ouvrages. Leur localisation est en revanche plus délicate. Le site Légifrance est incontournable<sup>6</sup> et le CRDP de Paris<sup>7</sup> propose en libre accès l'ensemble des BO et de leurs prédécesseurs successifs. Les textes de nouvelles lois sont votés lors de réorganisations d'envergures débouchant sur

---

<sup>1</sup> Le site Mentor permet de consulter l'intégralité des textes s'ils sont postérieurs à juillet 1989 pour le BO et à juillet 2003 pour le JO.

[https://mentor.adc.education.fr/exl\\_php/cadcgp.php?NOM=cadic\\_anonyme&PASSE=&FROM\\_LOG\\_IN=1&CMD=CHERCHE&query=1&MODELE=vues%2Fmentor%2Fhome.html&TABLE=COM\\_DOC&SOURCE=SearchServer\\_3.0&NOMFONDS=Exlibris+WEB&SELF=&URL\\_REQUETE=](https://mentor.adc.education.fr/exl_php/cadcgp.php?NOM=cadic_anonyme&PASSE=&FROM_LOG_IN=1&CMD=CHERCHE&query=1&MODELE=vues%2Fmentor%2Fhome.html&TABLE=COM_DOC&SOURCE=SearchServer_3.0&NOMFONDS=Exlibris+WEB&SELF=&URL_REQUETE=)

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2008a). La genèse de l'éducation technologie en directives. *Spirale*, 42, 109-122.

<sup>3</sup> La loi, comme le décret, porte un numéro composé de l'année d'adoption et du numéro d'ordre de parution dans l'année de son adoption, suivis de la date de parution au *Journal officiel* (JO) et de l'intitulé du document. Exemple : « Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. Loi d'orientation sur l'enseignement technologique ».

<sup>4</sup> Guillien Raymond, Vincent Jean (1974). *Lexique de termes juridiques*, 4<sup>e</sup> édition. Paris : Dalloz.

<sup>5</sup> Archives nationales ADXIX D216.

<sup>6</sup> Site Légifrance. <http://www.legifrance.com/home.jsp>

<sup>7</sup> CRDP, 37 rue Jacob, 75006 Paris. <http://crdp.ac-paris.fr/>

des créations ou des modifications en profondeur de l'enseignement public. Certaines lois sont connues sous le nom du ministre instigateur. Pour la recherche sur les enseignements techniques et technologiques les lois recensées concernent les structures administratives, les diplômes, les établissements, la formation professionnelle et l'apprentissage, le statut et la formation des professeurs, les normes industrielles. La recherche recense 21 lois (annexe 3-1)<sup>1</sup>.

L'ordonnance est un acte réglementaire du gouvernement qui a force de loi. Celle-ci a rarement été utilisée pour réformer le système éducatif où toute modification est potentiellement source de conflits. Des exceptions concernent la période qui suit la Libération, ou des objectifs qui font consensus et à simplement entériner, comme par exemple la prolongation de la scolarité obligatoire à 16 ans<sup>2</sup>. La recherche recense 5 ordonnances.

Le décret est délibéré en conseil des ministres, signé par le président de la République, contresigné par le Premier ministre et, le cas échéant, par les ministres responsables<sup>3</sup>. Le décret d'application nécessite un vote à l'Assemblée nationale et au Sénat, précédé d'un débat. Certains décrets importants sont précédés d'un exposé des motifs<sup>4</sup>. Les décrets permettent la mise en œuvre de décisions politiques, ils portent sur des créations ou des réformes de structures et de réglementations (recrutement, statut et service hebdomadaire du personnel enseignant ou des inspecteurs..., titres et conditions de délivrance des diplômes, règlements d'examens, dénomination ou création d'établissements, création et règlement des concours). Comme pour les lois, certains décrets sont connus sous le nom du ministre instigateur (*cf. supra*, réforme Berthoin). Trois méthodes complémentaires sont utilisées pour le recensement des décrets utiles à la recherche : le repérage de ceux cités dans les différents documents qui constitue le corpus ; l'utilisation des décrets eux-mêmes, qui mentionnent les décrets annulés ou remplacés en une sorte de lignée jusqu'au décret initial ; enfin une méthode plus empirique consiste à feuilleter les tables des BO à partir de mots clés. La recherche recense 95 décrets.

L'arrêté est signé par le ministre ou par des fonctionnaires ou agents ayant reçu délégation à cet effet. L'arrêté entérine une décision prise à l'initiative du ministre ou relevant du cadre réglementaire. Les méthodes de recensement utilisées sont les mêmes que pour les décrets, un arrêté remplace un autre arrêté ou fait suite à un décret dont il détaille la mise en œuvre (dans ce cas, il est généralement daté du même jour que le décret). Un arrêté permet ainsi de recenser les décrets et les arrêtés antérieurs. À titre d'exemple, le décret n° 62-1172 du 29 septembre 1962 portant création d'un examen probatoire à la fin de la classe de première des établissements d'enseignement du second degré comporte 22 articles qui détaillent la nature du certificat délivré, l'organisation administrative de l'examen, les différentes séries d'épreuves, le règlement d'examen alors que les 6 articles de l'arrêté du 29 septembre 1962 intitulé « épreuves de l'examen probatoire de fin de classe de première des établissements du second degré » précisent pour chaque série, la nature, le coefficient et la durée de chaque épreuve ainsi

<sup>1</sup> Annexe 3 : détail de la nature et du nombre de textes recensés par la recherche.

<sup>2</sup> Ordonnance n° 59-45 du 6 janvier 1959 portant prolongation de la scolarité obligatoire.

<sup>3</sup> Guide de légistique.

[http://www.legifrance.gouv.fr/html/Guide\\_legistique\\_2/sommaire\\_guide\\_leg.htm](http://www.legifrance.gouv.fr/html/Guide_legistique_2/sommaire_guide_leg.htm)

<sup>4</sup> Voir par exemple le décret n° 59-57 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 10. « Réforme de l'enseignement public » dite réforme Berthoin.

que les modalités des épreuves (exercice, oral, tirage au sort...). Ce sont notamment les arrêtés qui officialisent les programmes scolaires (*cf. infra* § programmes scolaires). Ce niveau hiérarchique laisse donc toute latitude au ministre, à ses conseillers et aux acteurs les plus impliqués pour opérer les choix programmatiques. L'arrêté est un outil puissant du ministre, qui lui permet, par exemple la création d'un nouveau corps de professeurs, comme ce fut le cas en 1968 avec l'agrégation de mécanique<sup>1</sup>. La recherche recense 252 arrêtés.

La circulaire est une directive administrative, c'est un outil de travail pour les services destinataires et un document d'information pour les usagers. C'est ainsi que les administrations communiquent avec leurs agents et les usagers pour exposer les principes d'une politique, fixer les règles de fonctionnement des services et commenter ou orienter l'application des lois et règlements. Si elle se rencontre sous des appellations diverses (circulaire, directive, note, note de service, instruction), son régime juridique est principalement déterminé par son contenu. Les circulaires sont signées par le ministre ou au nom du ministre par les directeurs de services. Elles précisent leurs destinataires, recteurs, inspecteurs, chefs d'établissement avec la mention pour information ou pour application. Les circulaires portent sur les mêmes contenus que les lois, les décrets et les arrêtés, mais la vocation explicative de leur contenu en fait des documents d'un grand intérêt. Leur recensement est plus délicat dans la mesure où elles ne sont pas référencées dans d'autres documents. La recherche recense 122 circulaires et 41 notes et instructions.

Ainsi les textes officiels agissent-ils comme un révélateur des politiques éducatives. Ils constituent une mine d'informations, et même si, du fait de leur caractère prescriptif, ils ne constituent pas en eux-mêmes une preuve de leur application, ils renseignent cependant sur la volonté de l'administration. Comme le note André Chervel (1980)<sup>2</sup>, « *ils visent plus souvent à corriger, à modifier ou à supprimer des pratiques plutôt qu'à sanctionner officiellement une réalité* ». L'analyse *a posteriori* de ces textes rend compte des successives modifications d'ordre administratif (organisation du ministère, de ses directions, organes consultatifs, commissions d'étude...) et d'ordre curriculaire (diplômes et établissements scolaires, règlements d'examens, contenu des enseignements industriels, dénomination de ces enseignements, nombre d'heures hebdomadaires qui leur est consacré, recrutement et formation des enseignants ...).

Une fois isolés les programmes scolaires, objet d'un traitement spécifique, le corpus de textes officiels est divisé en catégories en fonction de leurs contenus et non selon le type de texte. Chacune des catégories permet de reconstituer selon un point de vue particulier les manifestations officielles de l'histoire du processus de disciplinarisation des enseignements technologiques. En effet, ces textes sont relatifs à l'organisation administrative, aux enseignants et aux différents segments scolaires étudiés. Ainsi il y a lieu de distinguer :

- les textes de portée générale ou relatifs à l'organisation administrative du ministère de l'Éducation nationale,
- les textes relatifs à la formation et au recrutement des différents corps de professeurs habilités à dispenser des enseignements technique et

---

<sup>1</sup> Arrêté du 8 novembre 1968 instituant une agrégation de mécanique des lycées.

<sup>2</sup> Chervel André (1988). Histoire des disciplines scolaires. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119, p. 78.

technologique, pratiques et théoriques, hors enseignement de la voie professionnelle.<sup>1</sup>

- les textes relatifs aux classes de seconde industrielles et technologiques et aux classes de première et terminales de la lignée du baccalauréat mathématiques et technique jusqu'à celui de sciences de l'ingénieur de la voie générale actuelle,
- les textes relatifs aux classes industrielles des ENP et collèges techniques, puis des lycées techniques et enfin de la voie technologique actuelle,
- les textes relatifs aux classes préparatoires à l'ENSET, aux Arts et Métiers, et aux classes préparatoires scientifiques, techniques, technologique et au concours spécial.

Une sixième catégorie regroupe une partie des textes actuellement en vigueur de l'école à l'université utilisés pour présenter la réforme actuelle.

### *Les programmes scolaires*

Bien que les programmes scolaires soient des documents produits dans le cadre des textes réglementaires (*cf. supra*), ils méritent un traitement spécifique du fait de leur caractère qui en fait le noyau didactique de la recherche. Comme le précise Joël Lebeaume (2000), un « *programme est une discipline en texte [...] il porte la structure du curriculum disciplinaire, ses principes fondateurs et constructifs* »<sup>2</sup>. Ainsi, associé aux méthodes, le programme constitue-t-il le « *noyau dur des disciplines* » (Jean-Claude Forquin, 2008)<sup>3</sup>.

L'analyse des programmes permet de retracer dans le détail, l'évolution des contenus d'enseignement prescrits et notamment, pour chacune des matières de l'enseignement technique puis technologique de repérer les invariants, ce qui disparaît et ce qui apparaît au cours du temps.

Cependant l'analyse des programmes sur une longue période renseigne bien plus largement que sur les seules évolutions des contenus d'enseignement. En effet, dans le cadre d'une analyse didactique, les évolutions, les changements et les ruptures qui se manifestent dans la présentation et le vocabulaire, les objets, les outils et les méthodes d'enseignement sont à mettre en relation avec l'évolution de la formation des maîtres et les changements qui affectent la société, notamment les progrès scientifiques et technologiques et le mode de vie des élèves. L'analyse des programmes apparaît alors comme un des éléments essentiels de description du processus de disciplinarisation des enseignements technologiques du collège aux classes préparatoires.

La question des modalités de la prescription curriculaire est plus délicate, dans la mesure où, pour les programmes anciens, aucune source ne précise qui a rédigé telle ou telle partie des programmes. Cependant, grâce aux recoupements de différents documents, il est possible d'émettre des hypothèses crédibles à ce sujet, notamment par la connaissance des inspecteurs généraux de l'époque considérée. Avec la Charte des

---

<sup>1</sup> Ne sont pas pris en compte les textes à caractère purement administratif comme le nombre de postes mis au concours, les dates et lieux de concours, etc.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.

<sup>3</sup> Forquin Jean-Claude (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

programmes<sup>1</sup>, les guides d'équipement et les documents d'accompagnement deviennent obligatoires. En raison de l'organisation matérielle des enseignements technologiques, le document d'accompagnement officiel mais non réglementaire devient par les injonctions pédagogiques qu'il contient, aussi important, sinon plus, que le programme qu'il englobe.

La recherche passe au crible les matières techniques et technologiques de l'ensemble des lignées de programmes parus successivement pour les classes de :

- seconde, industrielle en 1966 et 1981, de technologie des systèmes automatisés (TSA) en 1986 et 1992, de systèmes automatisés (SA) en 1999, d'initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI) en 2000 et d'enseignements d'exploration technologique en 2011,
- première et terminale du bac mathématiques et techniques en 1946, 1950 et 1956, du bac T en 1962 et 1966, du bac E en 1972, 1982, 1988, 1989, du bac option technologie industrielle (TI) en 1992, et du bac S sciences de l'ingénieur (SI) en 2001 et 2011,
- classes préparatoires aux grandes écoles de PTSI, PCSI et MPSI en 1995 et PSI, PT, MP en 1996 puis PTSI, PCSI et MPSI en 2003 et PSI, PT, MP en 2004.

Sont également analysés les programmes optionnels de technologie au lycée : l'option technologique non spécialisée de 3 heures en 1981, l'enseignement optionnel d'éducation manuelle et technique (EMT) en 1982 et l'option complémentaire de 3 heures de technologie industrielle en 1989 (Christian Hamon et Joël Lebeaume, 2010)<sup>2</sup>. Ces analyses sont précédées de celles des programmes des collèges techniques (1946) et des sections de mécanique industrielles des Écoles nationales professionnelles (1903 et 1953). Enfin un regard est porté sur l'évolution des programmes des brevets de technicien (1952), des baccalauréats de technicien (1967) et des baccalauréats de technologie industrielle successifs (1986, 1992, 2012).

L'analyse des contenus prescrits par ces programmes, réalisée à l'aide de grilles comparatives, est doublée, pour chaque niveau d'enseignement, d'une confrontation de la dénomination et de la durée hebdomadaire des différents enseignements du champ technologique ainsi que de la nature, la durée, les modes d'évaluation et les coefficients aux différentes épreuves du baccalauréat. Une analyse particulière repère les liens entre la classe de seconde et celles de première et de terminale. Cette étude prend en compte les recommandations pédagogiques, instructions et circulaires qui paraissent entre deux changements de programme.

L'analyse vise à mettre en évidence les variations dans l'organisation rédactionnelle des programmes, l'évolution du volume des différentes parties, des contenus, des outils, des méthodes et démarches préconisées, des finalités et des objectifs, des connaissances et savoirs à acquérir, puis des capacités et des compétences etc. Une attention particulière est portée sur le repérage de l'évolution des méthodes d'analyse technique et fonctionnelle prescrites.

---

<sup>1</sup> Charte des programmes du 13 novembre 1991. B.O. n° 8 du 20 février 1992.

<sup>2</sup> Hamon Christian, Lebeaume Joël (2010). Vers une technologie pour tous au lycée ? *Technologies & Formation*, 150, 40-44.

### *Autres sources institutionnelles*

Outre les textes officiels, les institutions produisent de nombreuses publications, *via* diverses organisations dont les noms et les structures changent au gré des réformes et des restructurations administratives. Ces publications sont ponctuelles et prennent la forme de brochures (Centre national de documentations pédagogiques), d'enquêtes (Cereq, Insee), de rapports (La Documentation française, Sénat) ou de périodiques sous forme de revue institutionnelle comme *L'Éducation nationale* ou *Technique Art Science*.

Avec la révolution Internet, les sources deviennent plus accessibles et se diversifient, par exemple sur les sites du ministère de l'Éducation nationale (Eduscol, Onisep) et des différents organismes publics en liens avec l'éducation et la formation.

Le recensement de l'ensemble des documents issus de ces sources et susceptibles d'être utiles à la recherche est malheureusement impossible. C'est donc uniquement suite à une recherche particulière ou quand ils sont cités par d'autres sources qu'ils sont repérés et analysés.

Une exception toutefois avec la revue *Technique Art Science*, dont la parution jusqu'en 1977 fournit une bonne représentation des débats, des discussions et des traces des pratiques dans l'enseignement technique et professionnel. La recherche s'appuie sur l'analyse de la collection complète de cette revue<sup>1</sup>, référence pour les enseignants et responsables de l'enseignement technique, à la fois en raison de son origine (la direction de l'enseignement technique), de son ancrage à l'Association française pour le développement de l'enseignement technique (AFDET)<sup>2</sup> et de la qualité de ses auteurs (cadres de l'enseignement technique, inspecteurs généraux, chefs d'établissement, anciens de l'ENSET).

### ***Les propositions pour l'enseignement***

Les propositions pour l'enseignement se superposent aux programmes scolaires et forment avec eux le curriculum prescrit. Malgré l'irruption récente d'Internet, les manuels scolaires et les revues pédagogiques institutionnelles ou commerciales restent les médias incontournables d'une étude curriculaire.

#### *Les manuels scolaires*

Les premiers livres scolaires apparaissent dans la deuxième moitié du XV<sup>e</sup> siècle en même temps que l'invention de l'imprimerie. Mais, comme le montre l'étude d'Alain Choppin (1980)<sup>3</sup>, ce n'est que trois siècles plus tard, pour la rénovation pédagogique, que le livre scolaire prend une importance particulière dans l'acte éducatif. La révolution donne au livre scolaire une existence législative et instaure un contrôle de l'État. Celle-ci se transforme au début de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle en simples recommandations sur les ouvrages des bibliothèques scolaires et sur les livres destinés à être donnés en prix. L'analyse proposée par Alain Choppin met en lumière les caractéristiques principales du manuel scolaire, il qualifie le manuel scolaire comme étant :

---

<sup>1</sup> Hamon Christian (2008). *La méthode active d'enseignement expérimental dans l'enseignement technique, la revue « Technique - Art - Science » comme témoin*. Master recherche. STEF – ENS Cachan.

<sup>2</sup> Association française pour le développement de l'enseignement technique, 178, rue du Temple - 75003 Paris. En 1960, la revue passe sous le contrôle de cette association créée en 1902.

<sup>3</sup> Choppin Alain (1980). L'histoire des manuels scolaires : une approche globale. *Histoire de l'éducation*, 9, 1-25.

« ... le support - longtemps privilégié - du contenu éducatif, le dépositaire de connaissances et de techniques dont l'acquisition est jugée nécessaire par la société ; il est, à ce titre, le reflet déformé, incomplet ou décalé, mais toujours révélateur dans sa schématisation, de l'état des connaissances d'une époque, et des principaux aspects et stéréotypes de la société. C'est aussi un instrument pédagogique, inscrit dans une longue tradition, inséparable dans son élaboration comme dans son emploi, des structures, des méthodes et des conditions de l'enseignement de son temps » (p. 1).

Ainsi décrit, le manuel est un élément du curriculum prescrit, et devient alors un outil de compréhension de la pénétration des programmes scolaires dans l'enseignement, surtout lorsque l'analyse porte sur une longue période.

En effet si un élément programmatique reste très présent au cours du temps, il est probable qu'il soit effectivement enseigné (le schéma général d'un piston par exemple) tout comme sa disparition est le signe d'un abandon délibéré (moteur à vapeur). La présence simultanée d'un même élément dans des manuels concurrents est également un signe que ce curriculum devient de façon probable curriculum réel. Les résultats d'une enquête de l'Inspection générale<sup>1</sup> ont montré que si « *Les professeurs [dans les séries technologiques ou les lycées professionnels] n'ont pas pris l'habitude d'exploiter un livre* », ceux-ci les utilisent malgré tout puisque les enseignants « *préfèrent créer leurs propres documents photocopiés, souvent, à partir des ouvrages existants.* ».

Les manuels vont plus loin que les programmes dans la mesure où ils développent sous forme de chapitres les items du programme. En effet il est fréquent que ce qui apparaît en une ligne, voire en un mot, dans un programme soit l'objet d'un long développement dans les ouvrages de l'enseignement de technologie. Ainsi la préface d'un manuel de technologie (1960)<sup>2</sup> signée par Henri Montagnan, inspecteur général de l'enseignement technique, sur la page en regard de la reproduction de l'intégralité du programme de la première partie du baccalauréat technique comporte-t-elle cette phrase : « *il renferme, sous un volume réduit, l'ensemble des connaissances technologiques réclamées pour les épreuves de baccalauréat.* ». Cet exemple illustre une autre caractéristique à prendre en compte lors de l'analyse des ouvrages scolaires. Il s'agit de la qualité de ceux qui rédigent éditorial, préface, introduction ou recommandations préliminaires (quand ces derniers existent) et celle des auteurs (inspecteur, inspecteur général, ingénieur issu des Arts et Métiers, professeur d'ENNA ou de l'ENSET, professeur de lycée).

Jusqu'à une période récente, comparativement à la longévité de son histoire, les manuels de l'enseignement technique et technologique sont rédigés en direction d'un large public. Il n'est pas rare qu'un manuel soit destiné à la fois aux élèves qui préparent un CAP, un brevet de technicien, un baccalauréat et même un diplôme d'ingénieur des écoles des Arts et Métiers. Le faible tirage résultant d'un nombre peu important d'élèves et de contenus d'enseignement commun qui font l'unité de l'enseignement technique, explique en partie cette spécificité, à charge alors aux professeurs d'utiliser tout ou partie du manuel et de régler le niveau d'approfondissement des apprentissages en fonction du

---

<sup>1</sup> Borne Dominique (1998). *Le manuel scolaire (IGEN)*. Paris : La Documentation française. <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/994000490/0000.pdf>

<sup>2</sup> Berrens Sylvain (1960). *Manuel de technologie. Première partie du baccalauréat technique*. 5<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition, 1949). Paris : Foucher.



niveau de leur classe. L'ouvrage *Construction mécanique niveau 1*<sup>1</sup> est à cet égard caractéristique, il s'adresse indistinctement aux élèves des centres de formation des apprentis, des lycées d'enseignement professionnel, des lycées d'enseignement technologique, des instituts universitaires de technologie, des classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs et enfin aux auditeurs de la promotion sociale et de la formation continue.

Cependant cette particularité de s'adresser à des publics différents comporte l'avantage pour l'enseignement technique de diffuser et de développer largement de nouvelles connaissances, de faire partager les innovations pédagogiques. À titre d'exemple, André Campa, inspecteur général de l'enseignement technique et lui-même auteur d'ouvrages renommés<sup>2</sup> souhaite à propos des deux tomes d'un manuel rédigé par l'ingénieur Pierre-Jean Fort (1966)<sup>3</sup>, des établissements Crouzet « *que son ouvrage reçoive des utilisateurs, contremaîtres et ouvriers de l'industrie, des professeurs techniques de nos écoles, et des élèves de l'enseignement technique l'accueil qu'il mérite.* »

Au-delà de la qualité des auteurs, du public visé (spécifique ou non) et du contenu, qui nécessitent une analyse particulière, un manuel fournit de nombreuses informations sur lui-même et sur son époque. Il en est ainsi de la matière principale (dessin, technologie ou atelier), du titre, du sommaire, du nombre de pages, de l'usage de graphismes, de références industrielles, du recours aux normes. Enfin, la prise en compte de la date de parution (surtout pour la première édition) ou des mises à jour permettent de le resituer par rapport aux évolutions de l'époque (réformes, programmes, progrès technique...).

Contrairement aux programmes figés par nature, les manuels offrent en France une grande liberté de production, de choix et d'utilisation<sup>4</sup>. Ainsi, au travers de l'analyse des rééditions successives et des nouvelles collections, est-il possible de suivre en images et en mots les évolutions des contenus d'enseignements, notamment d'analyser *a posteriori* dans quelle mesure le contenu d'un manuel préfigure le contenu futur d'un programme scolaire ou d'une épreuve d'examen (d'où l'importance des auteurs). D'une manière générale, les contenus livresques s'inscrivent soit dans la continuité de la réussite d'un contenu, soit dans la prise d'acte des changements liés aux évolutions techniques de l'industrie, aux innovations pédagogiques, voire à une certaine mode. Ces phénomènes de vulgate selon Chervel (1988), c'est-à-dire de modèles paradigmatiques des contenus et de leur enseignement, évoluent par alternances de paliers de stabilités et de bouleversements avec des périodes transitoires ou de crises, des périodes de cohabitation.

---

<sup>1</sup> Bert R., Dupinian C., Jambon P., Tranchant Y. (1979). *Construction mécanique niveau 1*. Paris : Hachette.

<sup>2</sup> Chappert René, Cojean Jean, Campa André (1967). *L'automatisme par les problèmes. Tome I à l'intention des débutants*. Paris : Foucher.

Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Choppin Alain (2005). *L'édition scolaire française et ses contraintes : une perspective historique*. In Éric Bruillard (Dir.). *Manuels scolaires, regards croisés*. CRDP Basse Normandie : SCEREN.

Un des grands attraits des manuels, pour l'étude historique de l'enseignement technique et professionnel, tient à son utilisation par les auteurs pour présenter des graphiques souvent difficiles, voire impossibles, à reproduire sur un tableau d'école. Dans le cadre de l'enquête historique, l'analyse des graphiques techniques est avant tout qualitative. Son intérêt ne réside pas dans le comptage de tel graphique par rapport à tel autre mais dans l'apparition d'un schéma d'un type nouveau. Le plus important est la date ou la période de sa première apparition, car celle-ci constitue un événement, un moment qui, comme le suggère Bertrand (2010)<sup>1</sup>, marque un « avant » et un « après ». L'avant invite à reconstruire la genèse de ce schéma, et l'après incite à suivre sa diffusion dans diverses publications sous la même forme ou sous une forme plus simple ou plus évoluée. Il est ainsi possible de reconstruire des lignées de représentation graphique.

Cette étude des graphiques et du vocabulaire spécifique qui l'accompagne est doublée par l'analyse des discours tenus dans les éditoriaux et autres préfaces fréquemment présentes dans les livres scolaires.

Le recensement des manuels est facilité par la disponibilité en ligne des catalogues des bibliothèques techniques. Les manuels utilisés pour la recherche sont issus de la collection personnelle de l'auteur ou de son directeur de thèse et d'ouvrages de différentes bibliothèques, notamment celle de l'ENS Cachan qui, outre son fonds ancien, comportait encore jusque récemment<sup>2</sup> une importante collection de manuels scolaires de l'enseignement technique du début du milieu du XX<sup>e</sup> siècle.

### *Les revues professionnelles*

Trois revues professionnelles à vocation pédagogique et dédiées aux sciences et techniques industrielles paraissent pendant la période étudiée et une quatrième, plus généraliste, couvre tout le spectre de l'enseignement technique.

De manière encore plus significative que pour les manuels, la qualité des auteurs qui écrivent dans ces revues ou les équipes de direction qui les animent, donnent un relief particulier aux contenus éditoriaux. Les colonnes de ces revues, qu'elles soient commerciales ou institutionnelles, privées ou publiques, laissent une large place aux innovateurs. Certains sujets d'examens ou de concours, souvent réutilisés comme support d'apprentissage ou d'évaluation par les professeurs sont également publiés dans ces revues. Au-delà de la fonction de toute revue pédagogique de souligner les expérimentations, de donner des conseils, de proposer des modèles de leçons, certains articles ou éditoriaux sont l'occasion de faire passer des messages en direction des professeurs mais aussi en direction des institutions. Des débats s'y tiennent, les discours entrent en résonance avec les événements qui agitent la société et dépassent la vocation pédagogique du média.

Lors de l'étude de ces revues une attention particulière est portée sur les nouveautés et leurs justifications. La problématique est alors de comparer la cohérence de la teneur des contenus de ces articles avec les programmes en vigueur, et d'établir si l'article annonce des changements à venir ou développe des aspects des programmes,

---

<sup>1</sup> Bertrand M. (2009). « *Penser l'événement* » en histoire : mise en perspective d'un retour en grâce. In Michel Grossetti. Bifurcations. Paris : La Découverte « Recherches ».

<sup>2</sup> Les manuels scolaires anciens sont mis au pilon lors de leur remplacement par les nouveautés.

nouveaux ou anciens. L'analyse *supra* sur l'apparition de graphismes nouveaux dans les manuels est tout aussi judicieuse pour les revues professionnelles.

Deux méthodes président à la sélection des articles en rapport avec les familles de données définies *supra*. Pour deux revues, *Technique Art Science* et *Le cours industriel*, qui couvrent la période de 1946 au milieu des années 1970, une lecture systématique des sommaires permet la sélection des articles à partir des titres et des auteurs ; pour les deux autres revues, *Technologie* et *Technologies & Formations*, la lecture systématique des articles autoréférencés et de ceux cités par d'autres sources couvre la période de 1970 à aujourd'hui. L'étude générale, des revues didactiques et pédagogiques de l'enseignement technique extrêmement documentée, menée par Ignace Rak (2005)<sup>1</sup> est également mise à profit pour la recherche documentaire et l'analyse des revues. Le tableau 3-1 résume la démarche de sélection des articles.

Titre	Parution	Période analysée	Méthodologie
<b><i>Technologies &amp; Formations.</i></b> (L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique) (L'ingénieur A. & M. de l'enseignement technique)	Depuis 1932	1970 - 2011	Citation et feuilletage
<b><i>Le cours industriel</i></b>	1940 - 1983	1954 - 1971	Sommaire
<b><i>Technologie</i></b> (Techniques industrielles)	Depuis 1950	1968 - 2011	Citation et feuilletage
<b><i>Technique Art Science</i></b>	1946 - 1977	1946 - 1977	Sommaire

**Tableau 3-1 : le corpus de revues pédagogiques**

### **Les travaux de recherche**

Les travaux de recherches constituent des sources secondaires, issues d'articles de revues scientifiques de sciences de l'éducation, de thèses, de publications d'organismes de recherche, d'ouvrages collectif ou monographique. Il s'agit soit de travaux de didactique des disciplines et du curriculum, soit de travaux d'histoire de l'éducation publiés par le petit nombre d'historiens qui se sont intéressés à l'histoire des disciplines scolaires ou plus généralement à celle du système éducatif français.

<sup>1</sup> Rak Ignace (2005). *Analyse des articles publiés dans la revue Technique Art Science (1946-1977). Les autres revues didactiques et pédagogiques de l'enseignement technique.* Mémoire de master : STEF, Ens Cachan.

[http://perso.wanadoo.fr/techno-hadf/edu/1-college\\_fr\\_1985\\_2000/HADF\\_1-17\\_Les\\_revues\\_de\\_l\\_enseignement\\_technique\\_et\\_de\\_l\\_education\\_technologique.doc](http://perso.wanadoo.fr/techno-hadf/edu/1-college_fr_1985_2000/HADF_1-17_Les_revues_de_l_enseignement_technique_et_de_l_education_technologique.doc)

### ***Les autres sources***

Sous le libellé autres sources (fig. 3-5 *supra*), sont regroupés des témoignages sous forme d'entretiens avec des acteurs du système éducatif, des articles de la presse d'information et des revues syndicales ou d'associations de professeurs<sup>1</sup> et, pour les aspects techniques, des revues industrielles et des recueils de normes industrielles.

#### *Les témoignages*

L'investigation est complétée par des entretiens menés avec des inspecteurs généraux de sciences et techniques industrielles et des professeurs de l'enseignement technologique, enregistrés, retranscrits et validés par la personne interviewée. Cette technique différente du recueil de données documentaires permet le recueil de témoignages, de détails ou d'anecdotes susceptibles d'éclairer les diverses analyses. Elle contribue à compenser l'absence d'archives orales dans ce domaine.

#### *La presse*

De nature polémique ou consensuelle, des informations relatives aux réformes peuvent être recueillies par le biais de revues professionnelles, syndicales, d'associations de professeurs et d'associations de parents, voire d'articles de la presse quotidienne.

Les revues syndicales et associatives de l'enseignement technique constituent une source d'information sur les actions menées, ou plus simplement, les avis exprimés par les différents acteurs du système éducatif en amont des réformes adoptées par la représentation nationale. Ces revues peuvent même être les seules traces d'événements passés. Par exemple, la disparition de certaines archives relatives aux réunions du Conseil de l'enseignement technique sur les conditions de la naissance du baccalauréat technique en 1946, a pu être compensée par les comptes rendus parus dans la presse syndicale (cf. § 5).

Parmi les revues associatives, *L'enseignement technique*, édité depuis 1902 par l'Association française pour le développement de l'enseignement technique (AFDET), est particulièrement riche en informations relatives à l'enseignement technique. La qualité de ses directeurs successifs (parlementaires puis inspecteurs généraux pour la plupart) lui donne le caractère de document incontournable. Toutes les thématiques abordées par la recherche trouvent des échos, commentaires et analyses dans les colonnes de cette revue.

#### *Les recueils de norme industrielle*

Les normes industrielles constituent pour l'enseignement technique, les élèves et les professeurs, une source documentaire à la fois référence et outil pédagogique. De plus certaines normes n'existent que par l'effet du travail conjoint des enseignants avec des industriels. Ces sources sont mises en relation avec le contenu des programmes, des manuels, des revues pédagogiques et des revues industrielles éditées par la société Télémécanique notamment.

---

<sup>1</sup> Le site ArTèque met à la disposition des chercheurs et des formateurs des documents d'archives récents liés à l'enseignement des sciences et techniques. <http://artheque.ens-cachan.fr/>

### 3.4 Le traitement des données

Le classement chronologique des données qualitatives relatives aux missions, aux contenus et à l'organisation des enseignements technologiques et la hiérarchisation des facteurs de l'évolution prônée par Antoine Léon (1980)<sup>1</sup> permettent des corrélations (Madeleine Grawitz, 1990)<sup>2</sup> afin de reconstruire le passé. L'objectif est de mettre en évidence les cohérences ou les contradictions entre les discours et les événements, et de repérer les séquences de stabilité, les modifications, les évolutions et les ruptures. Il s'agit alors, comme le précise Henri-Irénée Marrou (1973)<sup>3</sup>, d'opérer le « *passage du signe à la chose signifiée, du document au passé* » en gardant à l'esprit que « *l'historien ne peut extrapoler indéfiniment le témoignage de ses sources, leur faire dire autre chose que ce qu'elles sont faites pour dire.* ».

À l'analyse, les données et les sources constituent deux éléments en interrelation, les uns éclairant les autres. Ainsi les textes officiels, par leur statut, constituent-ils des repères chronologiques incontestables des changements réglementaires de structure et d'organisation. Cependant comme le souligne Joël Lebeaume (2008)<sup>4</sup> : « *Si les textes officiels permettent de repérer les mouvements d'une discipline, ils ne rendent pas compte de la dynamique générale dans laquelle ces mouvements s'inscrivent.* ».

L'analyse des programmes scolaires, des revues professionnelles et des ouvrages pédagogiques permet alors de mettre en lumière la construction progressive d'un savoir scolaire, d'identifier les acteurs qui le façonnent et leurs motivations, tandis que l'analyse des discours et de la qualité de leurs auteurs éclairent les faits, les comportements, les événements passés et futurs.

Le traitement des données qualitatives imposent toutefois des précautions méthodologiques, comme le rappelle de manière ferme la mise en garde de Pierre Caspard<sup>5</sup> à propos des « *analyses des ouvrages pédagogiques [qui] nécessitent une connaissance fine du contexte total de ces ouvrages, dans toutes ses dimensions économiques, politiques et sociales* ».

En effet, seule la prise en compte synchronique des contraintes et des enjeux liés au contexte de chaque époque permet finalement de proposer une périodisation significative de différentes phases du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie.

Ce travail de synthèse permet la construction des faits seconds qui étayent l'interprétation des résultats et la discussion des hypothèses interprétatives.

---

<sup>1</sup> Léon Antoine (1980). *Introduction à l'histoire des faits éducatifs*. Paris : Puf. p. 122.

<sup>2</sup> Grawitz Madeleine (1990). *Méthodes des sciences sociales. 8<sup>e</sup> édition*. Paris : Dalloz.

<sup>3</sup> Marrou Henri-Irénée (1973). *De la connaissance historique*. Paris : Seuil.

<sup>4</sup> Lebeaume Joël (2008). La genèse de l'éducation technologique en directives. *Spirale*, 42, 109-122.

<sup>5</sup> Caspard Pierre (1984). De l'horrible danger d'une analyse superficielle des manuels scolaires. *Histoire de l'éducation*, 21, 67-74.

## II - La configuration de l'enseignement technique

### 4. L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes

Pour bien saisir le sens et la portée des tentatives de réformes et des changements effectifs qui se produisent en France au sein de l'école et notamment de l'enseignement technique à l'issue de la Seconde Guerre mondiale, il est indispensable de rappeler les principales phases constitutives de ce dernier<sup>1</sup>, de revenir sur le déroulé depuis le milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle jusqu'à 1941, de fixer les principaux points de repères.

Comment et pourquoi l'école a-t-elle pris en charge la formation, d'abord des ingénieurs, puis des contremaîtres et enfin des ouvriers ? Comment l'entité « enseignement technique », dans un milieu scolaire concurrentiel (enseignements primaire et secondaire), parfois hostile, s'est-elle finalement imposée ?

Cette partie préliminaire à la thèse passe en revue cent cinquante ans d'histoire de l'enseignement technique scolarisé. Elle s'appuie sur un ensemble de travaux d'historiens et de sociologues dont : Antoine Léon ; Antoine Prost ; Bernard Charlot et Madeleine Figeat ; Bruno Belhoste ; Charles Fourier ; Charles Rodney Day ; Émile Cohendy ; Françoise Meylan ; Gérard Bodé ; Guy Bruzy ; Jean-Pierre Briand et Jean-Michel Chapoulie ; Luc Decaunes et Marie-Louise Cavalier ; Maurice Gontard ; Pierre Quef ; Roger Gal ; Thérèse Charmasson, Anne-Marie Lelorrain et Yannick Ripa ; Vincent Troger. L'analyse s'appuie également sur l'examen des textes législatifs et réglementaires cités dans les ouvrages De Martine Allaire *et al.* (1995)<sup>2</sup>, de Bruno Belhoste (1995)<sup>3</sup>, de Thérèse Charmasson *et al.* (1987)<sup>4</sup>, ainsi que dans des documents d'archives pour les programmes d'étude (annexe 4-1)<sup>5</sup>.

L'exposé présente les missions de l'enseignement technique et retrace à grands traits l'histoire de la naissance, du développement et de la transformation des différents types d'établissements scolaires, qui, à un titre ou à un autre, prodiguent des enseignements dont la vocation est la préparation professionnelle (manufacture, industrie). La présentation chronologique et condensée de l'évolution de la nature de ces établissements et des contenus techniques qui y sont enseignés donne une vision d'ensemble de la cohérence des grands mouvements qui ont forgé l'enseignement technique. La présentation des tensions entre les ministères de l'instruction publique et du commerce, vue sous l'angle des horaires par exemple, permet de montrer comment ce conflit est un facteur favorisant l'élévation du niveau de l'enseignement technique.

---

<sup>1</sup> Voir aussi la chronologie commentée de l'enseignement technique de Gérard Bodé. Bodé Gérard. Chronologie de l'enseignement technique.

[www.inrp.fr/she/fichiers\\_rtf\\_pdf/bode\\_%20chronologie\\_et.pdf](http://www.inrp.fr/she/fichiers_rtf_pdf/bode_%20chronologie_et.pdf)

<sup>2</sup> Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat. Paris : La Documentation française.

<sup>3</sup> Belhoste Bruno (1995). *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome I (1789 -1914)*. Paris : INRP et Economica.

<sup>4</sup> Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie, Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Economica.

<sup>5</sup> Annexe 4 : textes réglementaires et programmes scolaires des établissements de l'enseignement technique.

Cette partie informative indique les repères utiles pour comprendre l'histoire de l'enseignement de la technologie. Aussi, selon son niveau de connaissance de l'histoire de l'éducation, le lecteur averti peut éviter certains chapitres.

## **4.1 Les missions d'un système complet d'enseignement technique industriel scolarisé d'État**

Avec l'apparition des manufactures, des fabriques puis des usines, un grand nombre d'individus vient à se côtoyer dans les bureaux et les ateliers. Cette société s'organise selon un système hiérarchique pyramidal, plus ou moins développé, en fonction des époques et de la taille de l'établissement. Au cœur d'un système productif manufacturier et industriel<sup>1</sup>, il est possible de regrouper ces individus en trois catégories principales<sup>2</sup>. Chacune des catégories peut être définie par un type de tâches auquel sont associés le nom d'un métier et un niveau de formation nécessaire à l'accomplissement de celles-ci. Par commodité et suite à un certain usage<sup>3</sup>, les trois degrés de formation sont désignés par « supérieur », « moyen » et « élémentaire » correspondant aux métiers d'ingénieur, de la maîtrise et d'ouvrier.

Dès lors, un système complet d'enseignement industriel doit organiser trois niveaux de formation pour pourvoir à sa mission de former ces trois catégories d'employés. En France, si ce système existe aujourd'hui, il n'en a pas toujours été ainsi. La dénomination même de ce type d'enseignement a évolué et continue d'évoluer.

### **4.1.1 Enseignements industriel, technique, professionnel, technologique ?**

L'enseignement qui prépare aux différents métiers industriels, de l'ouvrier à l'ingénieur, est-il un enseignement industriel, technique, professionnel, technologique ? Doit-il se nommer différemment en fonction de celui qui le reçoit ? Ces questions ne sont pas nouvelles. Ainsi, dès 1867, dans l'exposé des motifs du projet de la loi relative à l'enseignement technique, le rapporteur jugeait utile de préciser sur son titre :

*« L'adjectif technique a paru d'abord mieux approprié qu'un autre au sens qu'on voulait exprimer. Indépendamment de sa vérité étymologique, il a le mérite d'avoir été peu employé dans les discussions assez confuses auxquelles ont donné lieu les qualificatifs professionnel, industriel. »*<sup>4</sup>

Aussi, pour répondre à cette question de terminologie, faut-il distinguer deux points de vue, selon que l'on s'intéresse aux métiers de l'industrie (en termes de compétences visées) ou aux contenus d'enseignement (en termes de matières enseignées). Selon le point de vue sociologique qui privilégie l'analyse en termes de groupes d'individus, l'enseignement professionnel forme plutôt de futurs producteurs ou opérateurs, tandis que l'enseignement technique forme plutôt de futurs concepteurs ou organisateurs. Selon

---

<sup>1</sup> Cette formulation vise à exclure les tâches administratives comme les emplois de bureaux, comptabilité....

<sup>2</sup> Bien que les frontières qui les séparent ne soient pas nettes, il s'agit en effet de grandes catégories.

<sup>3</sup> Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF.

D'autres ont utilisé le terme degré : François Matray, 1952. Matray François. (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : PUF.

René Hubert, 1946. Hubert René (1946). *Traité de pédagogie générale*. Paris : PUF.

<sup>4</sup> Projet de loi du 15 février 1867 relatif à l'enseignement technique. Exposé des motifs. (cf. annexe 4).

Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie, Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Economica.

le point de vue didactique qui privilégie l'analyse en termes de contenu, l'enseignement professionnel et l'enseignement technique ont recours aux mêmes matières spécifiques, qu'elles soient pratiques<sup>1</sup> ou théoriques<sup>2</sup>. Les programmes d'enseignements sont identiques, dans leurs intitulés et souvent dans leurs contenus. Les différences réelles se constatent sur le degré d'approfondissement de la matière et le temps consacré aux différents enseignements.

Ainsi ce qui doit qualifier le type d'enseignement n'est pas l'adjectif qui l'accompagne, mais le niveau de formation et de culture auquel il prétend amener l'élève ou l'étudiant et dont dépendent les tâches professionnelles qu'il sera capable de réaliser. Ce qui explique d'ailleurs qu'en 1971<sup>3</sup>, « du jour au lendemain » après le vote de la loi d'orientation sur l'enseignement technologique, l'enseignement technique devienne l'enseignement technologique.

En constatant qu'en 1971, avant l'entrée en vigueur de la loi, l'enseignement professionnel et technique est tantôt confondu, tantôt distingué, et qu'après cette date, l'enseignement professionnel de niveau élémentaire est opposé à l'enseignement technologique des niveaux moyen et supérieur, il est possible, en définitive, de pallier le problème de qualificatif de l'enseignement, en distinguant trois périodes. La première est celle qui précède la Libération où seul existe un enseignement technique, destiné à la formation des futurs agents de maîtrise et ingénieurs de production. La deuxième période débute avec la naissance d'un enseignement professionnel de niveau élémentaire lié à celle des centres d'apprentissage (en 1945) dont la mission est de former la masse des ouvriers qualifiés. Ce nouvel enseignement s'installe alors parallèlement à l'enseignement technique existant. La troisième période débute avec la loi de 1971. L'enseignement technique prenant en compte les évolutions sociotechniques change alors de nom pour devenir technologique, tandis que l'enseignement professionnel subsiste sans changement. Quel que soit le nom dont il a été qualifié au fil des années, l'enseignement technique remplit la triple mission de former tout ou partie des différentes catégories de personnel. Catégories que l'ingénieur principal maritime Édouard Boutry qualifie en 1933 dans son « *solfège du travail industriel* »<sup>4</sup> comme étant « *les éléments actifs fondamentaux* », c'est-à-dire « *l'ouvrier, le contremaître, le chef d'atelier (ou de chantier), l'ingénieur* ». Trois niveaux de formation permettent d'accéder aux catégories d'employés définis par Édouard Boutry.

#### **4.1.2 Former, au niveau supérieur, les ingénieurs**

Au niveau supérieur se situe le personnel d'encadrement qui occupe les postes de direction et d'ingénieurs. C'est à ce niveau que se prennent les décisions et que se réalisent les innovations. Le travail est essentiellement intellectuel. Seuls les ingénieurs dits « de production » ont de véritables connaissances pratiques leur permettant de manipuler des outils.

#### **4.1.3 Former, au niveau élémentaire, les ouvriers**

---

<sup>1</sup> Cf. *infra* § 6 les travaux d'atelier et selon le niveau et l'époque, la technologie professionnelle.

<sup>2</sup> Cf. *infra* § 6 le dessin industriel et la technologie générale et de construction.

<sup>3</sup> Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. JORF n° 164 du 17 juillet 1971, p. 7044. Loi d'orientation, sur l'enseignement technologique.

<sup>4</sup> Boutry Édouard (1933). *Le solfège industriel*. Paris : Eugène Figuière.



Au niveau élémentaire se situent les ouvriers possédant une technique particulière souvent liée à un métier déterminé. C'est le cas du tourneur, par exemple, qui utilise une machine-outil pour exécuter des travaux d'usinage spécifiques à partir d'ordres donnés sous forme de dessins cotés représentant les pièces à fabriquer avec leurs dimensions. L'ouvrier se distingue par son habileté manuelle et sa rapidité d'exécution. Au cours du temps, aux termes d'ouvriers habiles se substituent ceux d'ouvriers qualifiés puis d'ouvriers professionnels<sup>1</sup>. Mais il s'agit toujours d'un niveau d'exécution, un travail essentiellement manuel, même si la main dirige une machine.

#### **4.1.4 Former, au niveau moyen, la maîtrise**

Au niveau intermédiaire ou moyen, se situe une catégorie aux fonctions beaucoup plus larges et aux tâches potentiellement variées. En effet, ce personnel possède une maîtrise<sup>2</sup> qui va bien au-delà de la simple habileté manuelle. Il peut choisir les outils, les machines (lorsqu'elles existent) ou les matériaux les plus adaptés au travail à exécuter. Il peut être amené à effectuer des calculs, à régler des machines, etc. Ce niveau prend principalement en charge l'organisation du travail. Le travail est tantôt manuel, tantôt intellectuel, dans des proportions qu'il est difficile de préciser. Il exige, à côté d'une maîtrise des principaux outils et machines, des connaissances techniques et une bonne culture générale et scientifique. Lorsqu'il dirige un groupe d'ouvriers, il se nomme contremaître ou bien chef d'équipe ou même chef d'atelier s'il dirige plusieurs contremaîtres. L'ouvrier d'élite, très bon praticien (annexe 4-2)<sup>3</sup> peut accéder à ce niveau. Le contremaître peut, après un long cheminement dans la fabrique, atteindre le niveau supérieur et devenir ingénieur « maison ». Les techniciens, les aides-ingénieurs, les dessinateurs d'étude qui apparaissent entre les deux guerres, se rangent dans cette catégorie intermédiaire.

Au cours du temps, la formation technique est assurée pour chacun des niveaux par différents types d'établissements.

#### **4.1.5 Les modalités de la prise en charge des différents niveaux de formation technique par l'école**

En France, avant la Première Guerre mondiale, la prise en charge de la formation technique est assurée dans huit grands types d'institutions scolaires. Il s'agit, par ordre chronologique d'apparition :

---

<sup>1</sup> Avec la mécanisation et l'organisation scientifique du travail apparaît une nouvelle catégorie, l'ouvrier spécialisé (OS) dont la tâche ne nécessite aucune formation, une simple initiation à un travail répétitif suffisant. L'OS se situe juste au-dessus de l'emploi de manœuvre, sans formation, et dont seule la force physique est recherchée.

<sup>2</sup> Le terme maîtrise est d'ailleurs utilisé dans l'industrie pour désigner les contremaîtres et les chefs d'équipe.

<sup>3</sup> Annexe 4 : organigramme d'un bureau des travaux tel qu'il est étudié dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers dans les années 1930.

Druot Antoine (1939). Cours de technologie d'atelier. Paris : Eyrolles.

- des écoles de niveau supérieur, les écoles royales qui deviennent à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle les grandes écoles<sup>1</sup> après s'être dotées d'un système préparatoire (cf. § 4.2 et 4.3) ;
- des écoles d'Arts et Métiers, qui, de niveau moyen lors de leur création en 1804, délivrent un diplôme d'ingénieur à partir de 1907 (cf. § 4.4) ;
- de l'enseignement secondaire spécial de niveau moyen et des Écoles primaires supérieures (EPS) qui naissent simultanément à la fin de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et disparaissent en se transformant respectivement en baccalauréat moderne en 1891 et en collège moderne en 1941 (cf. § 4.5 et 4.7) ;
- des écoles moyennes de l'enseignement technique créées après 1880 ; il s'agit des Écoles nationales professionnelles (ENP) ainsi que des Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI) (cf. § 4.6) et des écoles de métiers (créées en 1921, cf. § 4.8) qui deviennent toutes deux des collèges techniques (CT) en 1941 ;
- et enfin, au niveau élémentaire, des ateliers écoles créés lors du Front populaire et des centres de formation professionnelle créés juste avant la guerre (cf. § 4.9).

Chacune de ces écoles assure la formation d'une partie des trois catégories d'employés intervenant aux trois degrés mentionnés *supra*.

## 4.2 L'édification d'un enseignement technique de niveau supérieur

Comme le rappelle Antoine Léon (1971)<sup>2</sup> : « *L'enseignement technique, comme le système éducatif français, pris dans son ensemble se construit par le sommet.* ».

### 4.2.1 Sous l'Ancien Régime

Chronologiquement les premières créations d'écoles techniques se réalisent « par le haut » avec d'abord la fondation des écoles militaires au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle (édifications de fortifications, fabrication de l'artillerie, de navire), suivie par l'établissement des premières écoles d'ingénieurs civils (ponts, routes, manufactures). À côté du compagnonnage et de l'apprentissage « *sur le tas* »<sup>3</sup> qui forment les ouvriers et les futurs artisans, se développent des écoles dont la vocation est de répondre aux besoins économiques et militaires de l'État. Ces « *premières formes d'éducation technique en école* »<sup>4</sup> (Antoine Léon, 1961)<sup>5</sup> assurent en premier lieu la formation des

<sup>1</sup> Voir Bruno Belhoste, 2001, p. 103. Belhoste Bruno (2001). La préparation aux grandes écoles scientifiques au XIX<sup>e</sup> siècle: établissements publics et institutions privées. *Histoire de l'Éducation*, 90, 101-130.

<sup>2</sup> Léon Antoine (1971). *De la Révolution française aux débuts de la III<sup>e</sup> République*. In Maurice Debesse et Gaston Mialaret (Dir.). *Traité des sciences pédagogiques*, 2 - Histoire de la pédagogie. Paris : PUF.

<sup>3</sup> Dans la formation sur le tas « *le travailleur apprenait en regardant travailler les autres et en s'exerçant lui-même dans l'équipe de travail, par essai et par erreur.* ». Leplat Jacques, Énard Claude, Weill-Fassin Annie (1970). *La formation par l'apprentissage*. Paris : PUF.

<sup>4</sup> Antoine Léon attribue aux écoles militaires la naissance des préjugés défavorables dont souffre encore l'enseignement technologique. En effet ces écoles apparaissent comme des institutions de bienfaisance en recrutant parmi la noblesse pauvre ou ruinée.

<sup>5</sup> Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF. (*op. cit.* p. 20).

cadres de l'armée<sup>1</sup>. Ainsi, mise à part la formation de quelques jeunes gens dans les manufactures royales, les rares écoles qui dispensent un enseignement de type professionnel élémentaire relèvent d'initiatives privées. La plus connue est créée par le duc François Alexandre Frédéric de La Rochefoucauld à Liancourt en 1780<sup>2</sup>, celle-ci devient la première des écoles d'Arts et Métiers en 1804<sup>3</sup> (Cf. *infra* 4.4).

#### 4.2.2 De la Révolution française à l'Empire (1789-1814)

Antoine Prost (1968)<sup>4</sup> a démontré qu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle « *les écoles de niveaux supérieurs n'étaient pas très difficiles à créer* ». En effet, en raison du faible besoin en ingénieurs et cadres<sup>5</sup> un petit nombre d'écoles tirent un grand prestige de leur vocation à former de futurs dirigeants. « *Y enseigner est un honneur, en sortir, un titre* », ajoute Antoine Prost. De plus, les frais occasionnés par le fonctionnement d'un petit nombre d'écoles permettent le recrutement d'un personnel enseignant très compétent. Enfin, ces écoles supérieures constituent l'aboutissement d'une scolarité. Elles sont donc libres de définir leurs plans d'études<sup>6</sup> et n'ont pas à se soucier de la culture générale de leurs élèves supposée acquise.

Entre 1788 à 1799, la Convention développe le réseau d'écoles techniques supérieures en créant de grands établissements<sup>7</sup> parmi lesquels l'École centrale des travaux publics (1794) qui prend le nom d'École polytechnique en 1795. La vocation primitive de cette école est de « *répandre l'instruction des sciences mathématiques, physiques, chimiques et des arts graphiques* »<sup>8</sup>. En 1794 est créé à Paris le Conservatoire des Arts et Métiers. La création des écoles centrales en 1798 (remplacées en 1802 par des lycées d'État ou des écoles secondaires municipales) marque l'avènement de l'enseignement des mathématiques, des sciences et du dessin susceptible d'assurer une préparation à l'enseignement technique supérieur.

#### 4.2.3 Les écoles d'ingénieur et le développement de l'enseignement technique supérieur

Le développement « *considérable* »<sup>9</sup> de l'industrie pousse à la fondation d'écoles industrielles, avec une seconde École des Mines en 1817, puis l'instauration en 1819 d'un enseignement public et gratuit au Conservatoire des Arts et Métiers qui devient ainsi

---

<sup>1</sup> École de navigation en 1682, école des officiers d'artillerie en 1720, école du génie en 1749, école militaire en 1751, école de la cavalerie en 1764, école navale en 1773. La première école d'« ingénieur civil », l'Académie royale d'architecture, voit le jour en 1671, puis suivent les écoles d'ingénieurs des Ponts et Chaussées en 1747 et l'École des Mines en 1783.

<sup>2</sup> L'école est ouverte aux orphelins de guerre ou fils d'ouvriers morts au travail ainsi qu'aux enfants de soldat. A la lecture, l'écriture et le calcul, est adjointe une formation aux métiers utiles dans les régiments, tailleurs ou cordonnier.

<sup>3</sup> Arrêté du 28 ventôse an XII. Créant une école d'Arts et Métiers à Beaupréau.

<sup>4</sup> Prost Antoine (1968). *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*. Paris : Armand Colin.

<sup>5</sup> Antoine Prost estime ce besoin à quelques centaines par an.

<sup>6</sup> Ce qui permet notamment une adaptation rapide aux évolutions des besoins.

<sup>7</sup> Enseignement des sciences de la nature au Muséum d'histoire naturelle (18 juin 1793), l'École de Mars (1<sup>er</sup> juin 1794), l'École Normale (30 octobre 1794), les trois Écoles de Santé de Paris, Montpellier et Strasbourg (4 décembre 1794), l'École des Langues orientales (30 mars 1795), le Bureau des Longitudes avec ses cours d'astronomie (25 juin 1795), le Conservatoire de Musique (3 août 1795) et couronnant l'ensemble de ces établissements, « l'Institut national des Sciences et Arts (25 octobre 1795).

<sup>8</sup> Loi du 16 décembre 1799. Relative à l'organisation de l'École polytechnique.

<sup>9</sup> Legay Fernand, Cauet R. (1956). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.

une « haute école d'application des connaissances scientifiques au commerce et à l'industrie. »<sup>1</sup>. En 1829 est créée l'École centrale des Arts et Manufactures, chargée de former pour l'industrie naissante « les médecins des usines et des fabriques »<sup>2</sup>. L'École polytechnique est réformée en 1850, l'enseignement plus pratique et plus utile prépare les élèves aux services de l'État. Puis, comme le note Antoine Prost (1968)<sup>3</sup>, c'est au tour de la troisième République, d'apporter sa pierre à l'édifice de l'enseignement technique supérieur<sup>4</sup> par la création de différents instituts au sein des facultés des sciences.

Comme le souligne Lucien Géminard (1973)<sup>5</sup> : « Historiquement, la création des grandes écoles a permis à l'Université (et peut-être à sa propre satisfaction) de ne pas avoir à se préoccuper de formations technologiques supérieures. ». Mais dès leur origine, ces écoles techniques supérieures, militaires et civiles, provoquent la mise en place de préparations spéciales.

### 4.3 La nécessité d'un système de classe préparatoire

L'histoire des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE), cette exception française, a peu été étudiée. Bruno Belhoste<sup>6</sup> est le principal contributeur des travaux sur la naissance et le développement de ces préparations atypiques.

#### 4.3.1 La naissance des préparations

C'est le « système de recrutement sur concours »<sup>7</sup>, sous forme d'un examen oral d'admission avec classement dans les écoles militaires<sup>8</sup> de génie, d'artillerie et de marine de l'Ancien Régime, qui conduit à la naissance de préparations.

Avec la révolution de 1789 la notion de mérite s'impose. Ainsi, tout citoyen âgé de 16 à 20 ans peut désormais se présenter à l'unique épreuve orale du concours d'admission à l'École polytechnique<sup>9</sup> qui sélectionne et forme l'élite de l'aristocratie française. L'essentiel de la préparation des candidats à Polytechnique est assurée, dans quelques grands lycées. Cette préparation ne comporte pas encore de technologie,

---

<sup>1</sup> Ordonnance du Roi du 25 novembre 1819. Création au Conservatoire national des Arts et Métiers, d'un enseignement public et gratuit pour l'application des sciences aux arts industriels.

<sup>2</sup> L'École centrale deviendra publique en 1857. Elle attribue à partir de 1862 le premier titre d'ingénieur diplômé créé en France : l'ingénieur des arts et manufactures. Consulté le 28\_07\_09 sur [http://www.ecp.fr/fr/A\\_ecp/A4\\_histoire/A4a\\_fondation\\_histoire.htm](http://www.ecp.fr/fr/A_ecp/A4_histoire/A4a_fondation_histoire.htm)

<sup>3</sup> Prost Antoine (1968). *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*. Paris : Armand Colin.

<sup>4</sup> En accompagnant notamment le développement de la chimie (Lyon en 1883 et Nancy en 1890) et de l'électricité industrielle (Grenoble, 1892).

<sup>5</sup> Géminard Lucien. (1973). *L'enseignement éclaté. Étude des problèmes par l'analyse des systèmes*. Paris : Casterman. p. 146.

<sup>6</sup> Belhoste Bruno (2003). *Une histoire des CPGE*. Colloque organisé par l'Union des professeurs de spéciales avec la participation de la Conférence des grandes écoles et des associations de professeurs de classes préparatoires. 16 et 17 mai. Paris.

<sup>7</sup> Bruno Belhoste, *op. cit.* p. 14.

<sup>8</sup> Vauban institue en 1762 un examen pour l'admission dans le corps d'ingénieurs du génie des fortifications.

<sup>9</sup> Créée en 1794, dont les débouchés sont les armes savantes et les grands corps civils, Ponts et chaussées et Mines. Symbole de l'élitisme républicain, l'École polytechnique est la plus prestigieuse, la plus ancienne et la plus renommée des grandes écoles.

même si le programme d'admission exige des connaissances de statique sur les machines simples (plan incliné, levier, roues dentées, treuil, moufle<sup>1</sup>, vis sans fin, etc.).

La réforme de 1852 est l'occasion pour introduire des épreuves écrites. Le dessin<sup>2</sup> fait son apparition au concours de Polytechnique<sup>3</sup> sous forme de dessin d'imitation, de géométrie descriptive et de lavis à l'encre de chine (rebaptisé dessin graphique en 1905). Cette épreuve évoluera bien plus tard vers le dessin de machine (dessin industriel) puis avec des questions de technologie et une épreuve de sciences industrielles<sup>4</sup> au cours de laquelle seront demandées l'analyse et la conception d'un système mécanique.

Après le vote de la loi Falloux (1850) qui autorise l'ouverture d'écoles libres, la concurrence des établissements privés oblige le ministère de l'instruction publique à créer, en 1865, un petit nombre d'« écoles préparatoires aux écoles spéciales du gouvernement »<sup>5</sup>, dotées de moyens humains et matériels conséquents<sup>6</sup> et ouvertes aux élèves ayant suivi la classe de mathématiques élémentaires. Cette filière préparatoire est critiquée en raison de la concentration des préparations sur Paris, de la relégation des sciences physiques face aux mathématiques et de la suprématie des questions d'examens sur les questions à réel intérêt éducatif.

#### 4.3.2 La structuration des études scientifiques et des classes préparatoires

Pour le recteur Liard, la réforme de 1902, en rénovant entièrement l'enseignement scientifique du lycée, rend indispensable une révision des programmes des classes préparatoires ainsi qu'une réforme de leur organisation. La réforme est réalisée entre 1903 et 1904 en partie suite à la revendication par certaines universités de récupérer la préparation aux grandes écoles<sup>7</sup>. Mais les préparations s'ancrent dans les lycées et les inspecteurs généraux, largement issus des rangs de la puissante Association des professeurs de spéciales (APS), obtiennent un droit de regard sur les sujets et la nomination des examinateurs. La réforme introduit davantage de physique<sup>8</sup>; les mathématiques restent la discipline reine; la durée de préparation passe officiellement à deux ans. La deuxième année de classe de mathématiques élémentaires supérieures se généralise et est rebaptisée classe de mathématiques spéciales préparatoires. En 1941<sup>9</sup> ces classes des lycées prennent la dénomination de mathématiques supérieures.

Parmi les grandes écoles, les « Arts et Métiers » font figure de cas à part. Exceptionnelles par leur longévité et l'élévation continue de leur niveau d'instruction,

---

<sup>1</sup> Palan.

<sup>2</sup> En classe de mathématiques spéciales l'enseignement du dessin géométrique vise la représentation des corps à l'aide du « langage universel employé dans les arts entre celui qui commande et celui qui exécute ».

<sup>3</sup> Belhoste Bruno (2002). Anatomie d'un concours. *Histoire de l'éducation [En ligne]*. <http://histoire-education.revues.org/index827.html>

<sup>4</sup> Les sciences industrielles sont introduites dans les classes préparatoires lors de la réforme de 1994.

<sup>5</sup> Belhoste Bruno (2001). La préparation aux grandes écoles scientifiques au XIX<sup>e</sup> siècle : établissements publics et institutions privées. *Histoire de l'Éducation*, 90, 101-130.

<sup>6</sup> Circulaire du 15 juin 1865 de Victor Duruy, cité par Bruno Belhoste. Belhoste Bruno (1995). *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome 1 (1789 -1914)*. Paris : INRP et Economica, p. 408.

<sup>7</sup> Elles forment depuis peu des ingénieurs au sein d'instituts universitaires ce qui provoque un conflit d'intérêt avec l'Association des professeurs de spéciales (APS) soutenue par les grandes écoles.

<sup>8</sup> Une épreuve écrite de physique est introduite au concours de l'École polytechnique en 1846.

<sup>9</sup> Arrêté du 21 septembre 1941. Classe de mathématiques supérieures. *L'information universitaire du samedi 4 octobre 1941*, 2.

elles apparaissent comme la figure emblématique de l'enseignement technique français (Charles Rodney Day, 1991)<sup>1</sup>.

#### 4.4 Le cas singulier du long cheminement des Écoles d'Arts et Métiers vers l'enseignement supérieur

Jean-Paul Hautier (2008)<sup>2</sup>, directeur d'Arts et Métiers ParisTech rappelle dans son livre blanc pour l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers comment les écoles d'Arts et Métiers ont contribué au fil des ans :

« ... au développement industriel de la France, dans les métiers de la production, de la conception, de la maintenance, de la recherche et développement, dans les secteurs de la construction mécanique, de l'énergie, du transport, de l'automobile, de l'aéronautique, des agro-industries, du bâtiment, des travaux publics, etc. » (p. I).

L'histoire, rappelée à grands traits *infra*, mentionne les dates marquantes de l'évolution de ces écoles et leur rôle considérable pour le développement de l'enseignement technique. Notamment elles ont été un vivier de professeurs et d'inspecteurs. L'accent est mis ici sur l'évolution des contenus d'enseignement et, dans une moindre mesure, sur les professeurs assurant l'instruction des élèves.

##### 4.4.1 Les écoles d'Arts et Métiers, du niveau élémentaire au niveau supérieur

La seule véritable préparation scolarisée au métier d'ouvrier (niveau élémentaire) telle qu'elle est décrite *supra* n'est assurée qu'après la Libération avec la création des centres d'apprentissage (CA). En effet, dès son origine, la première école d'Arts et Métiers<sup>3</sup> se situe entre le niveau élémentaire et intermédiaire et vise à former « *de bons ouvriers et des chefs d'atelier* ». Progressivement le niveau de formation s'élève jusqu'à atteindre celui d'un enseignement supérieur officiellement reconnu (quoique tardivement). La création de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM) en 1966 ne devient effective qu'en 1974<sup>4</sup>.

La première école d'Arts et Métiers créée à Compiègne en 1803<sup>5</sup> prépare dans 5 ateliers à raison de huit heures par jour, à l'étude des arts et métiers de forgeron, limeur, ajusteur et tourneur sur métaux, fondeur, charpentier, menuisier en bâtiment, meuble et machine, tourneur sur bois, charron. Deux heures par jour sont également consacrées à l'étude « *de la théorie des Arts [...] la géométrie descriptive à l'usage des arts, le dessin et le lavis appliqué aux plans et aux machines.* ». La seconde école voit le jour à

---

<sup>1</sup> Day Charles Rodney (1991). *Les écoles d'Arts et Métiers. L'enseignement technique en France, XIX<sup>e</sup> – XX<sup>e</sup> siècle*. Traduit de l'anglais par Jean-Pierre Bardos. Paris : Belin.

<sup>2</sup> Hautier Jean-Paul (2008). *Un livre blanc pour l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers*. Paris : Arts et Métiers ParisTech.

<sup>3</sup> C'est sur décision du premier Consul Bonaparte que l'instruction militaire donnée au collège de Compiègne évolue dans le « *but de former de bons ouvriers et des chefs d'atelier* ».

<sup>4</sup> Décret n° 74-562 du 17 mai 1974. B.O. n° 25 du 20 juin 1974, p. 1881. Statuts du Centre national et des centres régionaux et interrégionaux de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers.

<sup>5</sup> Acte du 6 ventôse, an XI (25 février 1803). Portant organisation d'une école d'Arts et Métiers à Compiègne. L'école d'Arts et Métiers de Compiègne est transférée à Châlons-sur-Marne par décret du 5 septembre 1806.

Beaupréau dans le Maine-et-Loire en 1804<sup>1</sup>, elle est transférée à Angers en 1815<sup>2</sup>. L'organisation des ateliers est calquée sur l'organisation militaire. Les élèves sont répartis en compagnies, composées d'un sergent et de deux caporaux<sup>3</sup> encadrant chacun un groupe de 12 élèves. En 1826, une ordonnance<sup>4</sup> spécifie le nombre d'élèves pour chaque établissement (400 à Châlons et 200 à Angers), le recrutement se fait désormais après un examen de lecture, d'écriture et d'arithmétique. Les écoles sont dotées de professeurs de mathématiques et les chefs d'ateliers sont secondés par des sous-chefs ouvriers. Cette ordonnance précise les programmes des études : les travaux manuels sont étendus à des métiers tels que « *fondeur de fer au creuset et à la Wilkinson*<sup>5</sup> » tandis que l'instruction théorique est étendue à la géométrie descriptive et la trigonométrie « *avec leurs applications aux tracés de charpentes, d'engrenages, etc., à la mécanique industrielle* ». Les notions principales de « *sciences physico-chimiques appliquées aux travaux de l'industrie* » font leur apparition à côté de l'étude de « *la force et la résistance des différents matériaux de construction* ». L'élévation du niveau d'instruction des écoles d'Arts et Métiers est en marche.

#### **4.4.2 La fin de la tutelle militaire et l'élévation du niveau des écoles d'Arts et Métiers**

Les écoles d'Arts et Métiers sont administrées et dirigées par un proviseur sous l'autorité du ministre de l'intérieur<sup>6</sup>, le régime est l'internat. Mais en 1832<sup>7</sup>, elles passent sous la juridiction du ministère du commerce et de l'industrie, ce qui provoque l'élévation du niveau d'instruction. La durée des études est ramenée de quatre à trois années mais les candidats doivent avoir suivi un apprentissage d'un an dans un métier du bois ou du fer. En 1843<sup>8</sup>, dans un contexte de développement rapide des industries métallurgiques (métallurgie, chemin de fer, chantier naval notamment) et d'une pénurie d'ouvriers rompus aux travaux industriels, une nouvelle école est créée à Aix<sup>9</sup> (Aix-en-Provence). En 1848<sup>10</sup> les écoles prennent le titre d'Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM), le nombre de places est limité à 300 par école. En 1865<sup>11</sup>, le règlement des trois écoles est entièrement revu. Elles ont pour objet « *de former, pour les industries correspondant à l'emploi du fer et du bois, des chefs d'ateliers et des ouvriers exercés dans la pratique éclairée des arts spécialement utiles à ces industries* ». Le concours d'entrée est

---

<sup>1</sup> Acte du 28 ventôse, an XII. Créant une école d'Arts et Métiers à Beaupréau.

<sup>2</sup> Décret du 13 mai 1815.

<sup>3</sup> Les sergents et caporaux sont choisis parmi les élèves « *les plus distingués par leur expérience, leur instruction et leur habileté* ». ».

<sup>4</sup> Ordonnance du Roi du 31 décembre 1826. Organisation des écoles royales d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne et d'Angers.

<sup>5</sup> Fourneau destiné à la fonte du fer, selon Launay D'Avranches (1827). Les deux pistons devant fournir un vent continu pour la bonne marche du fourneau sont actionnés par une machine à vapeur. Les écoles seront dotées de machines à vapeur en 1839 à Châlons et en 1848 à Angers.

Launay D'Avranches J.-B. (1827). *Manuel du fondeur sur tous métaux ou traité de toutes les opérations de la fonderie*. Paris : Roret.

<sup>6</sup> Jean-Antoine Chaptal.

<sup>7</sup> Ordonnance du Roi du 23 septembre 1832. Organisation des écoles royales d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne et d'Angers

<sup>8</sup> Ordonnance du 30 juin 1843. Création d'une école royale d'Arts et Métiers à Aix.

<sup>9</sup> Cf. Day, 1991, *op. cit.* p. 132.

<sup>10</sup> Arrêté du 19 décembre 1848. Réorganisation des écoles nationales d'Arts et métiers, précédé d'un rapport au président du Conseil.

<sup>11</sup> Décret impérial du 30 décembre 1865. Règlement des écoles impériales d'Arts et Métiers.

officialisé, la connaissance des proportions et de l'extraction d'une racine carrée est désormais exigée. Une épreuve pratique est instaurée. Il s'agit d'exécuter une pièce en bois ou en fer. En 1874, les Écoles nationales d'Arts et Métiers ont oublié les tentatives de démantèlement dont elles ont fait l'objet sous la seconde République<sup>1</sup>, et le général Morin<sup>2</sup> en dresse un bilan flatteur :

*« Au premier rang des établissements où se forment des jeunes gens qui se destinent à la pratique de l'industrie, se placent les écoles d'Arts et Métiers [...] qui ont rendu à l'industrie et aux travaux publics de si grands services. [...] Là se forment les dessinateurs les plus habiles que nous ayons pour la construction en tous genres. [...] Ces écoles sont la pépinière d'où sortent la plupart des contremaîtres de nos chantiers de construction, et un grand nombre de nos plus habiles ingénieurs mécaniciens n'ont d'autres origines. »*

Les Écoles nationales d'Arts et Métiers continuent leur développement avec la création de celle de Lille en 1881<sup>3</sup> et de Cluny en 1901<sup>4</sup>. L'objectif devient la préparation et la délivrance d'un diplôme d'ingénieur. La création des écoles manuelles d'apprentissage va favoriser le développement des Écoles nationales d'Arts et Métiers.

#### **4.4.3 La consécration des Écoles d'Arts et Métiers**

Les programmes du concours d'entrée et de l'enseignement théorique et pratique sont une nouvelle fois entièrement revus. Ils tiennent dorénavant compte de l'instruction donnée dans les écoles manuelles d'apprentissage créées en 1880 dont certaines sections ont pour vocation la préparation au concours des Arts et Métiers (*Cf. infra*). En 1885<sup>5</sup> de nouveaux programmes intègrent des leçons de technologie et « ses applications à la construction des machines » dispensées lors des cours de « dessin industriel » ou « d'atelier ». Quatre ans plus tard<sup>6</sup> est instauré un titre qui confère la qualité d'élève breveté des Écoles nationales d'Arts et Métiers.

En 1891, est créée à l'École nationale d'Arts et Métiers<sup>7</sup> de Châlons, une section normale destinée à former des maîtres techniques pour les écoles primaires supérieures et professionnelles relevant de la loi du 11 décembre 1880. À l'issue des deux ans de formation, il est délivré aux élèves qui subissent avec succès les examens de fin d'études un certificat d'aptitude à l'enseignement technique industriel.

---

<sup>1</sup> Cf. Day, 1991, *op. cit.* p. 135.

<sup>2</sup> Morin (1874). Rapport du général Morin, vice-président du Conseil supérieur de l'enseignement technique et commercial, sur les principes qui doivent présider au développement de cet enseignement. In Thérèse Charmasson, Anne-Marie Lelorrain et Yannick Ripa (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Économica.

<sup>3</sup> Loi du 10 mars 1881. Créant une École nationale d'Arts et Métiers à Lille.

<sup>4</sup> Décret du 5 juillet 1901. Érigeant l'École nationale de Cluny en École nationale d'Arts et Métiers.

<sup>5</sup> Décret du 4 avril 1885. Modifiant les Écoles nationales d'Arts et Métiers, précédé d'un rapport au président de la République.

<sup>6</sup> Décret du 11 octobre 1899, modifié par les décrets du 6 mars et du 23 octobre 1900, des 2 mai et 19 juillet 1901. Portant règlement pour les Écoles nationales d'Arts et Métiers.

A.N. AD XIX 211. Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes. Direction de l'enseignement technique. (1902). Écoles nationales d'Arts et Métiers. Paris : Imprimerie nationale.

<sup>7</sup> Les Écoles d'Arts et Métiers qui relèvent du ministère du commerce et de l'industrie depuis 1832 ont acquis le statut de national en 1848.



La consécration des écoles d'Arts et Métiers arrive en 1907<sup>1</sup> avec la création du diplôme d'ingénieur des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Ainsi, comme le résumait Bernard Charlot et Madeleine Figeat (1985)<sup>2</sup> : « *En cent ans, une institution créée pour former des ouvriers d'élite et des contremaîtres s'est développée en école d'ingénieurs.* ». En 1909 le terme d'ouvrier disparaît, l'école a désormais pour vocation de « *former des chefs d'atelier, des ingénieurs et des industriels versés dans la pratique des arts de la mécanique* ». Une sixième école voit le jour à Paris en 1912<sup>3</sup>. Les écoles obtiendront le statut d'Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) en 1947.

## **4.5 Vers un enseignement à caractère industriel : l'échec du primaire supérieur et les tentatives d'enseignement spécial du secondaire**

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, pour pallier la pénurie de main-d'œuvre, l'État encourage les initiatives locales<sup>4</sup> et privées. Mais c'est à l'époque où le ministère du commerce prend en charge les écoles d'Arts et Métiers que le ministère de l'Instruction public prend l'initiative, à quelques années d'intervalle, de développer dans l'enseignement primaire et dans l'enseignement secondaire<sup>5</sup>, un enseignement préparatoire aux professions commerciales et industrielles. Ces deux tentatives échouent pour des raisons différentes.

### **4.5.1 L'échec des Écoles primaires supérieures (EPS)**

La loi Guizot institue en 1833<sup>6</sup> l'instruction primaire et supérieure (publique ou privée). La création d'écoles primaires supérieures (EPS) est obligatoire dans les communes de plus de « *six mille âmes* ». Les 273 EPS sont destinées aux enfants de la petite bourgeoisie de province, commerçants et artisans, pour qui les trois années d'études prévoient notamment « *les éléments de la géométrie et ses applications usuelles, spécialement le dessin linéaire et l'arpentage, des notions de sciences physiques et de l'histoire naturelle applicables aux usages de la vie* ». Il n'est pas prévu l'apprentissage d'un métier, donc ces enseignements ne comportent pas de formation manuelle. Les EPS, principalement annexées aux collèges existants ne sont finalement que de pâles copies de ces derniers. Ces « *collèges sans latin* », dits « *palatins* », ne connaissent pas le succès (Charles Fourier, 1965)<sup>7</sup>. Les écoles primaires supérieures sont enterrées par la loi Falloux en 1850<sup>8</sup> qui établit la liberté de l'enseignement secondaire.

### **4.5.2 L'évolution de l'enseignement spécial**

---

<sup>1</sup> Décret du 22 octobre 1907. Créant un diplôme d'ingénieur des Écoles nationales d'Arts et Métiers.

<sup>2</sup> Charlot Bernard, Figeat Madeleine (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*. Minerve : Paris.

<sup>3</sup> La création est décidée en 1906.

<sup>4</sup> Voir Gérard Bodé : *chronologie de l'enseignement technique*.

[http://www.inrp.fr/she/fichiers\\_rtf\\_pdf/bode\\_%20chronologie\\_et.pdf](http://www.inrp.fr/she/fichiers_rtf_pdf/bode_%20chronologie_et.pdf)

<sup>5</sup> Terme employé depuis la création des écoles primaires par François Guizot en 1833. L'enseignement secondaire, distinct de l'enseignement primaire, est réservé aux classes sociales moyennes et supérieures

<sup>6</sup> Loi sur l'instruction primaire du 28 juin 1833. Dite loi Guizot.

<sup>7</sup> Fourier Charles (1965). *L'enseignement français de 1789 à 1945*. Paris : IPN.

<sup>8</sup> Loi relative à l'enseignement du 15 mars 1850. Dite loi Falloux.

En 1847<sup>1</sup>, sont institués dans les collèges royaux et municipaux, à côté de l'enseignement classique, un enseignement scientifique et un enseignement spécial de niveau moyen orientés vers les activités industrielles et commerciales et « *tourné vers les applications utiles* ». L'enseignement spécial ne dure que trois ans après la classe de quatrième. Les programmes<sup>2</sup> ont un caractère nettement scientifique. Outre les mathématiques, la physique-chimie et l'histoire naturelle, sont introduits le dessin linéaire, ornemental, architectural et de machines ainsi que la géométrie descriptive. L'enseignement scientifique s'appuie sur des expériences, il est dirigé vers « *les applications pratiques [...] aux arts ou à l'industrie* ». Le programme de mécanique prend des allures de technologie notamment à l'occasion de l'étude des divers systèmes de transformations de mouvement ou des différents organes de machines. L'enseignement est complété par des éléments de comptabilité générale, du droit commercial et de l'économie agricole.

Cependant l'enseignement spécial est contesté, « *on reléguait dans ces classes les élèves les moins doués et les professeurs de moindre mérite.* » (Maurice Gontard, 1972)<sup>3</sup> et mis entre parenthèses en 1852, après la réforme instituée par Fortoul<sup>4</sup>. L'enseignement spécial sans latin renaît en 1863 sous la forme d'un « *enseignement secondaire spécial* » qui nécessite la création d'une école normale et d'une agrégation. Le plan d'études est conçu de manière concentrique. Les quatre années d'enseignement débouchent sur un diplôme. Les programmes et méthodes sont adaptés à la préparation des élèves aux professions de contremaîtres de l'industrie, de négociants ou d'agriculteurs ; la comptabilité est étudiée en troisième et quatrième année. L'enseignement est organisé autour de l'histoire des inventions industrielles, de cours de chimie en rapport étroit avec les industries locales et cours de dessin, qualifié « *d'écriture de l'industrie* ». Il est prévu le maniement de quelques outils (marteau, lime, rabot) pour préparer la main aux travaux d'apprentissage. Une cinquième année permet « *dans les établissements qui ont une nombreuse population scolaire* » d'acquérir les connaissances de latin nécessaires au passage du baccalauréat ès sciences et ainsi de poursuivre dans les grandes écoles scientifiques<sup>5</sup>. Cette possibilité ouvre la voie à une évolution de l'enseignement spécial vers un enseignement moderne. La conversion de l'enseignement spécial en baccalauréat spécial en 1881 coïncide avec la création des écoles manuelles d'apprentissage, et la renaissance des Écoles primaires supérieures (EPS) qui attirent une partie de l'ancien public de l'enseignement spécial. Finalement, comme l'a montré Antoine Prost (1968)<sup>6</sup> avec la réforme de 1902, l'intégration de l'enseignement spécial, dans le secondaire est synonyme de disparition définitive de celui-ci. Ainsi en se diversifiant, en s'ouvrant sur la culture moderne, le secondaire abandonne sa branche industrielle et commerciale, vocation initiale de l'enseignement spécial.

---

<sup>1</sup> 5 mars 1847. Nouveau statut sur l'enseignement des collèges. Belhoste, Bruno (1995, p. 207). Les sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome I (1789 -1914). Paris : INRP et Economica. P. 205.

<sup>2</sup> Décret du 17 septembre 1849. Belhoste Bruno, *op. cit.* p. 226 et sq.

<sup>3</sup> Gontard Maurice (1972). Une réforme de l'enseignement secondaire au XIX<sup>e</sup> siècle : « La bifurcation » (1852-1865). *Revue française de pédagogie*. 20, 6-14.

<sup>4</sup> Ministre de l'instruction publique et des cultes auteur de la réforme connue sous le nom de « bifurcation ».

<sup>5</sup> Belhoste Bruno, *op. cit.* p. 48.

<sup>6</sup> Prost Antoine (1968). *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*. Paris : Armand Colin.

La question de la formation des ouvriers reste entière. Cette question intéresse naturellement le ministère du commerce et de l'industrie déjà en charge des écoles d'Arts et Métiers.

## 4.6 Le développement de l'enseignement technique moyen

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, dans un contexte de crise de l'apprentissage et de révolution industrielle, la création d'écoles prenant en charge une véritable préparation pratique aux métiers de l'industrie est posée. Ce problème se résout partiellement à partir des années 1830 par la création d'établissements privés ou organisés par des localités (Charmasson, 1987)<sup>1</sup>.

Mais une question ne tarde pas à diviser la classe politique. La vocation de l'école est-elle de former manuellement les futurs ouvriers dans des ateliers de type industriel ? S'opposent, d'un côté les partisans d'un enseignement professionnel « préparatoire à l'apprentissage » et de l'autre ceux favorables aux « ateliers dans l'école ». Face à l'échec de l'apprentissage sur le tas, chacun des camps recrute ses partisans soit au ministère de l'enseignement public, soit au ministère du commerce qui reçoit le soutien des grandes industries.

### 4.6.1 La naissance de l'enseignement technique

En 1860, le manque de main-d'œuvre qualifiée est patent, cinq ouvriers sur six entrent au travail sans apprentissage (Antoine Prost, 1968)<sup>2</sup>. Il devient urgent de réagir. En juin 1863, une commission d'enquête sur l'enseignement professionnel<sup>3</sup> diligentée par Napoléon III examine si « *l'enseignement professionnel, tel qu'il est appliqué en France, répond suffisamment aux nécessités de la nouvelle industrie* »<sup>4</sup>. Cette enquête fait ressortir trois procédés de formation :

- l'apprentissage chez le patron accompagné de cours obligatoires ;
- l'école dans l'atelier à l'exemple de l'école de fabrique fondée par Schneider en 1837 au Creusot ;
- l'atelier dans l'école qui dispense en simultané dans des écoles d'apprentissage un enseignement général et une formation pratique d'atelier.

Le principe de l'atelier dans l'école, s'il est largement partagé, divise sur la finalité d'une telle formation. D'un côté, il y a les partisans d'une formation pratique généraliste préparatoire à l'apprentissage ; de l'autre, les tenants d'une formation directe et complète à un métier déterminé. La question n'est pas tranchée et resurgira de manière récurrente dans l'histoire de l'enseignement technique.

C'est la solution de l'atelier dans l'école qui a la faveur de la commission. Les modèles de l'École primaire supérieure et du secondaire spécial censés dispenser un enseignement préparatoire aux professions sont jugés inadaptés aux vues du ministère

---

<sup>1</sup> Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie, Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Economica.

<sup>2</sup> Prost, *op. cit.*, p. 306.

<sup>3</sup> Charmasson, *op. cit.*, p. 26.

<sup>4</sup> Quef Pierre. (1964). *Histoire de l'apprentissage. Aspects de la formation technique et commerciale*. Paris : Librairie générale de droit et de jurisprudence. p. 165.

de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. La commission propose donc d'encourager la création d'écoles techniques spécialisées et de rattacher celles-ci au ministère du commerce sans que celui-ci ne prenne en charge l'organisation générale de l'enseignement technique. Un projet de loi relatif à l'enseignement technique est déposé en 1867<sup>1</sup>. Ce projet n'aboutit pas, mais revêt une grande importance, car c'est le premier texte qui tente d'organiser et de doter l'enseignement technique d'un cadre légal (voir extraits et analyse à l'annexe 4-3)<sup>2</sup>. Le projet débouche en 1870<sup>3</sup> sur la création d'une commission permanente auprès du ministère de l'agriculture et du commerce qui prend le titre de conseil supérieur de l'enseignement technique. L'enseignement technique est en train de naître, mais il faudra attendre la III<sup>e</sup> République pour que l'enseignement technique connaisse un véritable essor.

#### **4.6.2 La loi sur les Écoles manuelles d'apprentissage de la III<sup>e</sup> République et le conflit entre ministères**

La III<sup>e</sup> République crée, avec la loi sur les écoles manuelles d'apprentissage du 11 décembre 1880<sup>4</sup>, un cadre réglementant les établissements d'enseignement technique. Cependant, pour satisfaire les deux clans (commerce et instruction publique), la loi prévoit deux catégories d'établissement.

Les premières, les « *écoles manuelles d'apprentissage* » ont pour mission de « *développer chez les jeunes gens qui se destinent aux professions manuelles la dextérité nécessaire et les connaissances techniques* ». Elles peuvent être fondées soit par des communes ou des départements, soit par des associations libres (après approbation du ministre de l'instruction publique). Elles relèvent du budget du ministère de l'Agriculture et du Commerce.

Les secondes sont des « *écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire dont le programme comprend des cours ou des classes d'enseignement professionnel* » ou des « *écoles libres à la fois primaires et professionnelles* ». La création de ces établissements est autorisée par le ministère de l'instruction publique (après approbation par le ministre de l'agriculture et du commerce du programme d'enseignement professionnel). Les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire relèvent du budget du ministère de l'instruction publique. Ces établissements peuvent être fondés par des communes ou des départements.

Le ministère du commerce veille sur l'enseignement professionnel et le ministère de l'instruction publique veille sur l'enseignement général, précise Françoise Meylan (1983)<sup>5</sup>. Cette nouvelle dualité entraîne une concurrence et un conflit entre les deux ministères, qui dureront dix années. Tandis que l'instruction publique développe un réseau d'établissements rebaptisés Écoles primaires supérieures (EPS)<sup>6</sup>, le ministère du commerce, dont aucun budget n'est affecté à la création d'écoles technique, est d'abord impuissant. Mais grâce à l'action de son ministre, Alexandre Millerand, et à l'appui de

---

<sup>1</sup> Projet de loi du 15 février 1867 relatif à l'enseignement technique (cf. annexe 4).

<sup>2</sup> Annexe 4 : projet de loi 15 février 1867 relatif à l'enseignement technique, analyse et commentaires.

<sup>3</sup> Décret du 19 mars 1870.

<sup>4</sup> [ftp://ftp.bnf.fr/549/N5492748\\_PDF\\_1\\_-1DM.pdf](ftp://ftp.bnf.fr/549/N5492748_PDF_1_-1DM.pdf)

<sup>5</sup> Meylan Françoise (1983). De l'école nationale professionnelle au baccalauréat de technicien ou l'évolution d'une filière de l'enseignement technique. *Formation emploi*, 4, 29-46.

<sup>6</sup> Le nombre d'écoles primaires supérieures et professionnelles passe de 40 en 1789 à 400 en 1903.

nombreux parlementaires, la loi de finances pour l'exercice 1892<sup>1</sup> lui accorde des crédits budgétaires lui permettant de créer et d'entretenir un nouveau type d'école : les Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI)<sup>2</sup>. La loi prévoit également la transformation des écoles primaires supérieures professionnelles relevant du ministère de l'instruction publique en Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI) et donc leur rattachement au ministère du commerce. C'est la fin du régime de la double tutelle appelée *condomium* (Émile Cohendy, 1911)<sup>3</sup>. Dès 1901 le ministère du commerce profite de la jeune loi sur le droit d'association<sup>4</sup> pour favoriser la création d'un puissant groupe de pression organisé au sein de l'Association française pour le développement de l'enseignement technique (AFDET)<sup>5</sup>. Dès l'origine cette association regroupe « *les acteurs et les responsables de l'Enseignement Technique, industriels et commerciaux ; hauts fonctionnaires, parlementaires, formateurs de tous niveaux... [l'association est] liée à la puissante Union des industries métallurgiques et minières (UIMM).* ». Elle se dote d'un bulletin d'information<sup>6</sup> qu'elle met régulièrement au service du ministère du commerce et de l'industrie. L'association est reconnue d'utilité publique par décret du 22 janvier 1936 et existe toujours en 2012.

#### 4.6.3 La structuration verticale de l'enseignement technique

En absorbant une partie des EPS<sup>7</sup> du ministère de l'instruction publique, le ministère du Commerce fonde et développe un réseau constitué d'un nouveau type d'écoles techniques. En 1895, il se dote d'une direction de l'enseignement technique (DET) autonome qu'il complète par un système d'inspection de ses établissements<sup>8</sup>. La même année, il crée le certificat d'études pratiques industrielles<sup>9</sup> qui sanctionnent les trois années d'étude des EPCI<sup>10</sup>. Le ministère du commerce obtient lors du vote de la loi de finances du 13 avril 1900, le transfert d'une partie des crédits du ministère de l'instruction publique<sup>11</sup> à son budget. Il « récupère » ainsi l'entretien des quatre Écoles nationales primaire et supérieure (futurs Écoles nationales professionnelles ou ENP). La même année, les treize écoles professionnelles de la ville de Paris sont rattachées au ministère du commerce<sup>12</sup>. Enfin, la loi de finances du 30 mars 1902 accorde au ministère

<sup>1</sup> Loi de finances de l'exercice 1892 du 26 janvier 1892. Art. 69 - Créant les écoles pratiques de commerces et d'industrie.

<sup>2</sup> Décret du 22 février 1893. Portant règlement des écoles pratiques de commerce et d'industrie.

<sup>3</sup> Cohendy Émile (1911). *Écoles pratiques de commerce et d'industrie. Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire. Édition de 1911.* Édition électronique. Lyon : IFE. <http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/document.php?id=3429>

<sup>4</sup> Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901. Relative au contrat d'association.

<sup>5</sup> Créée le 25 juin 1902.

<sup>6</sup> *Bulletin de l'enseignement technique*

<sup>7</sup> Les EPS qui ne dispensent pas de véritable formation pratique continuent de se développer.

<sup>8</sup> Arrêté du 9 décembre 1901. Arrêté du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphe réorganisant l'inspection de l'enseignement technique.

Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie, Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926.* Paris : INRP, Economica.

<sup>9</sup> 13 juillet 1895. Arrêté du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes relatif à la délivrance du certificat d'études pratiques industrielles. Charmasson *et al.* *Op. cit.*

<sup>10</sup> Chaque école élabore un programme détaillé, arrêté et modifié, s'il y a lieu, par le ministre après avis du directeur. Le programme comprend nécessairement un enseignement industriel à la fois théorique et pratique et un enseignement primaire complémentaire (*cf.* § 4.7.1. le détail des contenus).

<sup>11</sup> 422 745 francs.

<sup>12</sup> Loi du 27 décembre 1900. Loi concernant l'organisation et la fixation des traitements du personnel des écoles professionnelles de Paris. (Charmasson, *op. cit.*)

du commerce l'organisation et le fonctionnement des écoles nationales qui perdent au passage l'adjectif primaire et deviennent des écoles techniques, les Écoles nationales professionnelles (ENP).

Ainsi, la récente direction de l'enseignement technique se retrouve à la tête d'un réseau d'établissements hiérarchisés appelés à se développer de manière différenciée. L'architecture verticale de l'enseignement technique se met en place à côté des ordres secondaire et primaire (annexe 4-4)<sup>1</sup>. L'ensemble des programmes scolaires des établissements du technique sont réécrits et publiés sous forme de brochures en même temps que les textes réglementaires qui les régissent (*cf.* annexe 4-1).

Cinq années après sa victoire sur le ministère de l'instruction publique, c'est-à-dire en 1907, le ministère du Commerce peut tirer un premier bilan positif de l'enseignement technique. Celui-ci est organisé selon une structure verticale hiérarchisée et autonome, ce que Fernand Dubief (1907, p. 16)<sup>2, 3</sup> qualifie d'« *édifice* ». Au sommet, cinq grandes écoles forment des ingénieurs (l'École centrale des Arts et Manufactures, l'École des Mines, l'École des Ponts et Chaussées, le Conservatoire des Arts et Métiers et l'École des Mines de Saint-Étienne). Juste en dessous, quatre écoles des Arts et Métiers (annexe 4-5)<sup>4</sup> préparent aux fonctions de contremaître. Enfin à la base se trouvent les écoles moyennes. Il s'agit (en 1906) d'une part des quatre Écoles nationales professionnelles (ENP) regroupant 1 327 élèves (annexe 4-6)<sup>5</sup> et des deux Écoles nationales d'horlogerie<sup>6</sup> (ENH) avec leurs 208 élèves (annexe 4-7)<sup>7</sup> et d'autre part des cinquante trois Écoles pratiques de commerce et d'industrie (ECPI) avec 10 317 élèves. Elles étaient 49 en 1903 (annexe 4-8)<sup>8</sup>.

### ***Les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI)***

À la base de la pyramide<sup>9</sup> des établissements de l'enseignement technique se trouvent les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) dont la vocation est de « *former des employés de commerce et des ouvriers habiles et instruits* ». En 1893 une circulaire précise ce qui différencie les Écoles primaires supérieures (EPS) des EPCI,

---

<sup>1</sup> Annexe 4 : les ordres secondaire, primaire et technique au début du XX<sup>e</sup> siècle. Guy Brucy (1998). Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965)*. L'État - L'école - Les entreprises et la certification des compétences. Paris : Belin.

<sup>2</sup> Dubief Fernand (1907). L'apprentissage. Conférence faite le mardi 4 juin 1907 dans le grand amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers. *Annexe au bulletin de l'Association française pour le développement de l'Enseignement technique commercial et industriel*, 18, 3-18.

<sup>3</sup> Fernand Dubief est député de Saône-et-Loire, ancien ministre du commerce et de l'industrie, auteur d'un projet de loi sur l'enseignement technique.

<sup>4</sup> Annexe 4 : Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM), textes réglementaires relatifs à leur création (1806-1964).

<sup>5</sup> Annexe 4 : Écoles nationales professionnelle (ENP), années de création (1880-1948) et liste alphabétique.

<sup>6</sup> Ou École nationale professionnelle d'horlogerie (ENPH).

<sup>7</sup> Annexe 4 : Écoles nationales d'horlogerie (ENH), textes réglementaires relatifs à leur création (1853 et 1891).

<sup>8</sup> Annexe 4 : Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI), liste des EPCI en 1903.

<sup>9</sup> Après l'avènement des centres d'apprentissage, Pierre Quef (1964) parlera de « pyramide impressionnante ». Quef Pierre. (1964). *Histoire de l'apprentissage. Aspects de la formation technique et commerciale*. Paris : Librairie générale de droit et de jurisprudence. p. 256.

celles-ci « sont destinées à former des employés de commerce et des ouvriers aptes à être immédiatement utilisés au comptoir ou à l'atelier. »<sup>1</sup>

Les EPCI<sup>2</sup> recrutent sur examen<sup>3</sup> et forment des ouvriers d'élite, ce qui les positionne d'emblée au niveau des écoles moyennes. Cependant, les horaires, même s'ils ne négligent pas l'enseignement général, font la part belle à l'enseignement industriel. Celui-ci occupe, durant les trois années de formation, les 4/5<sup>e</sup> du temps des élèves (annexe 4-9)<sup>4</sup>. L'enseignement pratique y est donné par des sous-chefs d'atelier recrutés parmi les anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Le but est que les élèves acquièrent « une habileté de main » qui les rend « aptes à être utilisés à l'atelier dès leur sortie de l'école ». Les programmes du « travail de fer » et du « travail du bois » précisent les travaux que les élèves doivent exécuter « avec soin ». À l'atelier du fer, les élèves réalisent des pièces à la lime, par exemple : « exécuter un parallélépipède d'une épaisseur donnée et dont les faces soient bien parallèles ». Les deuxième et troisième années d'études sont consacrées à l'usinage, au tour. Les élèves apprennent également à forger leurs propres outils. Pour l'atelier du bois, le programme « comprend des exercices variés et méthodiquement gradués ». Les élèves sont préparés « à tous les travaux de l'industrie du bois, soit pour la menuiserie, soit pour l'ébénisterie ». Le dessin occupe une place importante. En plus du dessin de bâtiment, le dessin de machines doit permettre aux élèves de réaliser des « dessins d'assemblages soigneusement cotés » et l'étude « dans tous ses détails, de chaque pièce de la machine ». Enfin, les EPCI préparent certains élèves<sup>5</sup> aux Écoles nationales d'Arts et Métiers dans des sections spéciales. Les EPCI délivrent à leurs élèves, après examen de sortie, un certificat d'études pratiques industrielles (ou commerciales).

### **Les Écoles nationales professionnelles (ENP)**

Créées initialement pour servir de modèle d'écoles primaires supérieures, les Écoles nationales professionnelles (ENP) ont pour but de « former des ouvriers instruits, aptes à devenir contremaîtres et chefs d'atelier ». La durée des études est de quatre années en internat, et le recrutement se fait sur concours. Le découpage en trois parties des matières d'enseignement (Annexe 4-10)<sup>6</sup> et la répartition des horaires (général 17 %, technique théorique 23 % et technique pratique 60 %) placent les ENP bien au-dessus des EPCI, sur le plan théorique. En effet, bien que la formation dure une année de plus, les élèves des ENP passent moins de temps à l'atelier que leurs camarades des EPCI. De plus les cours comportent des enseignements de technologie. Les élèves y étudient « les organes élémentaires des machines [...] l'outillage pour le travail des métaux [et] les principales machines-outils » pour le travail du bois et fer. Le dessin de machines est plus complet que dans les EPCI (organes de transmissions de mouvement, organes de

---

<sup>1</sup> Circulaire du 20 juin 1893. Relative aux Écoles pratiques de commerce et d'industrie. A.N. AD XIX D 212.

<sup>2</sup> Il est fréquent de distinguer parmi les Écoles pratiques de commerce et d'industrie, les écoles pratiques de commerce et les écoles pratiques d'industrie, et parfois les écoles de commerce et les écoles d'industrie. (Cf. Fourquet, 1943). Fourquet, J. (1943). *La mécanique. Tome I. Mécanique générale*, 8<sup>e</sup> édition. Paris : Eyrolles.

<sup>3</sup> Arrêté du 18 avril 1893. Relatif aux examens d'admission dans les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (le texte prévoit un concours sur la base du certificat d'étude primaire - requis pour candidater - en cas de trop nombreux candidats pour le nombre de places disponibles).

<sup>4</sup> Annexe 4 : horaire des écoles pratiques d'industrie de garçons (1903).

<sup>5</sup> Le nombre d'élève est réglementé. Arrêté du 5 avril et circulaire du 12 avril 1895.

<sup>6</sup> Annexe 4 : horaire des Écoles nationales professionnelles (ENP, 1903).

machines à vapeur, accessoires de chaudières). À partir de la troisième année, les élèves sont divisés en deux sections : « *ajusteurs, forgerons et modelers* » pour les métiers du fer et « *menuisiers et ébénistes* » pour les métiers du bois. Le fonctionnement de l'enseignement pratique est assuré par un chef d'atelier. Celui-ci dirige l'enseignement des travaux manuels. Les leçons pratiques sont assurées par des sous-chefs d'ateliers suivant leurs spécialités, avec l'aide d'ouvriers instructeurs. La fin des études est sanctionnée par le diplôme d'élève breveté des ENP délivré par le ministre du commerce. Dès leur création, ces écoles prévoient de « *préparer également aux concours d'admission dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers et aux autres écoles techniques de même degré.* »<sup>1</sup>. Elles deviennent rapidement le fleuron de l'enseignement technique moyen, le lieu où se recrute l'élite destinée aux Arts et Métiers, elles-mêmes pépinières de professeurs et d'inspecteurs généraux du technique.

#### **4.7 L'évolution contrainte des Écoles primaires supérieures (EPS) industrielles**

Certaines Écoles primaires supérieures (EPS) créées en 1833 avaient résisté à la loi Falloux, notamment à Paris où elles prennent un caractère nettement professionnel et connaissent un nouveau départ au début des années 1870. Mais le réseau des EPS ne s'étend véritablement qu'avec le vote de la loi sur les écoles manuelles d'apprentissage de 1880 et leur renaissance officielle en 1886<sup>2</sup>.

La durée des études dans les nouvelles Écoles primaires supérieures, *les collèges du peuple* (Jean-Pierre Briand et Jean-Michel Chapoulié, 1992)<sup>3</sup>, est de trois années à la suite de l'enseignement primaire. La loi de 1886 prévoit également la création de classes d'enseignement primaire supérieur annexées aux écoles primaires élémentaires qui prennent le nom de Cours complémentaires. Toute commune devant être pourvue au moins d'une école primaire élémentaire, cette dernière disposition doit permettre de dispenser l'enseignement primaire supérieur sur l'ensemble du territoire. Les cours complémentaires connaissent un grand succès<sup>4</sup>.

Le ministère de l'instruction publique voit dans ses cours complémentaires et ses Écoles primaires supérieures un moyen de concurrencer les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (ECPI) du ministère du commerce. Les EPS se dotent en 1893 à côté de leurs sections générales, de sections industrielle, commerciale et agricole qui délivrent respectivement des certificats d'études primaires supérieures et des certificats d'études industrielles, commerciales ou agricoles. Ainsi, les EPS entrent en concurrence directe avec les sections industrielle et commerciale des Écoles pratiques de commerce et d'industrie. La réforme prévoit un enseignement général et scientifique conséquent (annexe 4-11)<sup>5</sup>, ce qui engendre « *la similitude entre la section générale des EPS [...] et les premières années de l'enseignement secondaire* » (Jean-Pierre Briand et Jean-

---

<sup>1</sup> Dans des sections spéciales.

<sup>2</sup> Loi du 20 octobre 1886 sur l'organisation de l'enseignement primaire dite loi Gobelet.

<sup>3</sup> Briand Jean-Pierre, Chapoulié Jean-Michel (1992). *Les collèges du peuple*. Paris : INRP - CNRS - ENS Fontenay - Saint-Cloud.

<sup>4</sup> Ils ne disparaissent qu'en 1964 (décret du 29 août 1964) avec leur transformation en collège d'enseignement général.

<sup>5</sup> Annexe 4 : horaires des sections industrielles des écoles primaires supérieures de garçons (1893).



Michel Chapoulié, 1992)<sup>1</sup>. Ainsi, tandis que la crise de l'apprentissage perdure, cette double dualité primaire / secondaire et primaire / technique fragilise les Écoles primaires supérieures.

Cette situation nouvelle donne des arguments au ministère du commerce qui opère une nouvelle offensive contre les EPS. Le ministère du commerce réclame la responsabilité des sections industrielles des EPS, le travail de diverses commissions (Charmasson, 1987)<sup>2</sup> se solde en 1905 par le dépôt du projet de loi en ce sens. L'argument est la proximité des horaires et l'inefficacité des EPS en matière technique. Le texte est rédigé par Fernand Dubief. Placide Astier, le rapporteur à l'Assemblée nationale, en fera adopter en 1919<sup>3</sup> une version très proche, qu'il qualifiera lui-même de charte de l'enseignement technique.

Ce projet est l'occasion d'une nouvelle offensive du ministère du commerce contre les EPS. Un article très critique à l'égard des sections industrielles des EPS paraît dans le bulletin de l'AFDET<sup>4</sup>. L'auteur<sup>5</sup> y reproche l'insuffisance de la valeur technique du personnel, l'absence d'outillages nécessaires à la préparation à la vie de l'usine et le manque de temps pour assurer un enseignement professionnel fructueux. Les mots sont très durs :

« *Dans ces conditions l'enseignement technique que l'on donne à l'École primaire supérieure n'est que la palinodie du véritable. C'est un jouet, un amusement et il ne peut rien donner de pratique et n'a par conséquent qu'une valeur médiocre.* ».

L'article est argumenté par un tableau comparatif des horaires des sections industrielles des EPS et des écoles pratiques (annexe 4-12)<sup>6</sup>.

Pour répondre aux critiques de leurs adversaires et pour se prémunir d'une nouvelle dépossession, les EPS entreprennent une nouvelle réforme en 1909. Le nombre d'heures hebdomadaires de travaux d'atelier et de dessin des sections industrielles des EPS passe alors de 10 heures et demi en 1893 (annexe 4-10) à 17 heures<sup>7</sup> (annexe 4-13)<sup>8</sup>.

Ainsi, la rude concurrence entre les deux ministères, malgré l'augmentation significative du nombre de jeunes scolarisés qu'elle favorise, a pour conséquence de provoquer l'élévation de la formation technique plutôt que de fournir en nombre suffisant

---

<sup>1</sup> Op. cit. p. 184

<sup>2</sup> Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie, Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Économica.

<sup>3</sup> Loi du 25 juillet 1919. Relative à l'organisation de l'enseignement technique industriel et commercial (dite loi Astier).

<sup>4</sup> Anonyme (1907). Écoles pratiques et Écoles primaires supérieures. *Bulletin trimestriel de l'association française pour le développement de l'enseignement technique*. 19, 398-408.

<sup>5</sup> L'auteur étant anonyme, cet article reflète la position de l'association (AFDET) et de ses soutiens, p. 401.

<sup>6</sup> Annexe 4 : comparaison des horaires des écoles pratiques d'industrie et des sections industrielles des écoles primaires supérieures (1907). (L'article cité comporte un tableau identique pour l'enseignement commercial).

<sup>7</sup> le projet de loi Dubief prévoit que seuls les établissements assurant plus de 15 heures de travaux d'atelier et de dessin sont reconnus comme établissements d'enseignement technique industriel.

<sup>8</sup> Annexe 4 : horaires des sections industrielles des écoles primaires supérieures de garçons (1909). Anonyme (1909). Arrêté. *Bulletin de l'enseignement primaire supérieur, organe de l'association des fonctionnaires des Écoles primaires supérieures de France* 13, 53-68.

les ouvriers dont le pays a besoin. Il faut attendre la fin de la Première Guerre mondiale pour qu'une véritable tentative de solution à ce problème de la formation des ouvriers voie le jour.

## 4.8 1919 – 1936, la nouvelle donne d'après guerre

La période de l'entre-deux-guerres est principalement marquée par trois événements. Le vote d'une loi réglementant l'enseignement technique, son transfert au ministère de l'instruction publique et la naissance d'un enseignement technique élémentaire.

### 4.8.1 Le vote de la loi Astier en 1919, une charte pour l'enseignement technique

En 1919, une loi réglementant l'enseignement technique est enfin votée<sup>1</sup>. Cette charte de l'enseignement, dite loi Astier<sup>2</sup> du nom de son rapporteur, reprend en grande partie le projet Dubief. Cependant, le conflit avec le ministère de l'instruction publique étant apaisé, le texte ne prévoit plus un nombre minimum d'heures de travaux manuels. Il reprend la définition proposée par Fernand Dubief, à savoir :

*« L'enseignement technique, industriel ou commercial a pour objet, sans préjudice d'un complément d'enseignement général, l'étude théorique et pratique des sciences et des arts ou métiers en vue de l'industrie ou du commerce. »*<sup>3</sup>

Parmi ses 52 articles, la loi Astier institue des cours professionnels obligatoires et gratuits pour les jeunes de moins de dix-huit ans employés dans l'industrie ou le commerce. La loi remplace également le certificat de capacité professionnelle<sup>4</sup> par le certificat d'aptitude professionnelle (CAP)<sup>5</sup>. Ce nouveau diplôme atteste d'une formation de niveau élémentaire pour « les jeunes gens et jeunes filles qui ont suivi, pendant trois ans au moins les cours professionnels ». Cependant, le développement des cours complémentaires n'atteint pas le niveau espéré. En effet, comme l'explique Jean-Michel Chapoulie (2005)<sup>6</sup>, le bénéfice de la taxe d'apprentissage<sup>7</sup>, principalement instaurée pour le développement des cours professionnels est majoritairement utilisée pour la construction ou la transformation de collèges et de sections techniques d'EPS en d'établissements d'enseignement technique moyen. C'est grâce à cette manne

---

<sup>1</sup> Loi du 25 juillet 1919. Relative à l'organisation de l'enseignement technique industriel et commercial (dite loi Astier).

<sup>2</sup> Placide Astier a repris à son compte le projet Dubief.

<sup>3</sup> La réglementation de l'enseignement technique est complétée en 1925 par la création des chambres des métiers pour les artisans, la réglementation sur le contrat d'apprentissage en 1928 et par les lois sur l'apprentissage (artisanat en 1937 et industrie 1938).

<sup>4</sup> Ce certificat créé par le décret du 24 octobre 1911 et délivré à la suite d'un examen avait pour but de faire attester les formations sous forme de cours professionnels assurés par les chambres de commerce, les groupements corporatifs, les municipalités, les sociétés d'enseignements populaires et les industriels. La création de ce diplôme officiel s'inspire du « certificat d'aptitude » prévu par le projet Dubief de 1905.

<sup>5</sup> Ce diplôme professionnel est toujours délivré à la suite de deux années de formation dans les lycées professionnels ou dans les centres de formation des apprentis (CFA).

<sup>6</sup> Chapoulie Jean-Michel. (2005). Représentation de la main-d'œuvre, actions parlementaires et administratives – Le développement de l'enseignement technique entre les deux guerres. *Vingtième siècle. Revue d'Histoire*, 88, 23-47.

<sup>7</sup> La loi de finances du 13 juillet 1925 fixe le taux de la taxe d'apprentissage à 0,20 % des appointements ou salaires payés par l'entreprise. En 2010, le taux est de 0,68 % de la masse salariale ou 0,78 % si l'entreprise a plus de 250 salariés et moins de 1 % de sa masse salariale en contrat d'alternance.

financière, détournée de son usage initial, qu'entre 1920 et 1938 « le nombre d'ENP de garçons passe de 4 à 18, celui des EPCI de 59 à 129 »<sup>1</sup>.

Le réseau des établissements de l'enseignement technique se développe donc indépendamment de son rattachement inattendu au ministère de l'instruction publique en 1920.

#### **4.8.2 1920, le rattachement du technique au ministère de l'instruction publique : un bouleversement sans conséquence**

En 1920, Alexandre Millerand (le même qui avait défendu le projet Dubief) est président du Conseil. Il impose aux parlementaires, sous la menace de poser la question de confiance, le rattachement de la direction de l'enseignement technique au ministère de l'instruction publique<sup>2</sup>. Il crée un sous-secrétariat d'État et s'engage « à respecter l'autonomie du nouveau département et à laisser celui-ci en dehors de la hiérarchie universitaire. »<sup>3</sup>. Il tient cet engagement. Finalement, cette formule ne bouleverse pas le fonctionnement et l'organisation de l'enseignement technique. En trente années d'existence, celui-ci s'est patiemment forgé une identité (établissements, personnels, programmes d'enseignement) qu'il est difficile de remettre en question. La nomination d'Edmond Labbé, inspecteur général de l'enseignement technique et adhérent de l'AFDET, comme premier directeur de l'enseignement technique (directeur de 1920 à 1933), à qui succède son adjoint, Hyppolite Luc (directeur de 1933 à 1944), procure également continuité et stabilité à l'enseignement technique.

#### **4.8.3 Les écoles de métiers**

Prévues par la loi Astier, les écoles de métiers sont créées par le décret du 12 juillet 1921<sup>4</sup>. Les écoles de métiers, de niveau équivalent et tenues aux mêmes règlements que les EPCI, ne dépendent pas de l'État mais des chambres de commerces. Elles sont spécialisées en vue d'une industrie ou d'un commerce particulier et prennent la dénomination de la profession ou du métier pour lequel elles ont été créées<sup>5</sup>. Les élèves sont tenus de se présenter au CAP. Elles regroupent 3 000 élèves en 1938.

Après le changement de tutelle, le décret du 12 juillet 1921<sup>6</sup> est l'occasion de redéfinir le règlement des EPCI, l'article 22<sup>7</sup> précise notamment :

« Dans toute école pratique de commerce ou d'industrie, les programmes d'enseignement comprennent, sans préjudice d'un complément d'enseignement

---

<sup>1</sup> Le nombre de créations est très faible entre 1920 et 1925.

<sup>2</sup> Décret du 20 janvier 1920. Portant nomination d'un sous-secrétaire d'État au ministère de l'instruction publique, chargé de l'enseignement technique.

Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie & Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Économica.

<sup>3</sup> Cité par Jean-Michel Chapoulie, 2005. Chapoulie Jean-Michel. (2005). Représentation de la main d'œuvre, actions parlementaires et administratives – Le développement de l'Enseignement technique entre les deux guerres. *Vingtième siècle. Revue d'Histoire*, 88, 23-47.

<sup>4</sup> Décret du 12 juillet 1921. Relatif aux Écoles pratiques de commerce et d'industrie et aux écoles de métiers. Le bulletin législatif Dalloz. (1921). p. 489. Gallica bibliothèque numérique. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34387309q/date.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid.langFR>.

<sup>5</sup> Exemple : école de métiers du bâtiment, école de métiers des industries métallurgiques.

<sup>6</sup> Décret du 12 juillet 1921. *Op. cit.*

<sup>7</sup> Qui reprend en partie l'article 1<sup>er</sup> de la loi Astier.

*général, les notions théoriques et pratiques des sciences et des arts ou métiers nécessaires à la formation des ouvriers de l'industrie ou des employés du commerce. ».*

En 1934<sup>1</sup>, le certificat d'études pratiques industrielles est remplacé par un brevet d'enseignement industriel (BEI, annexe 4-14)<sup>2</sup>.

En définitive, peu de modifications interviennent au sein de l'enseignement technique après son rattachement en 1920 au ministère de l'instruction publique. Mais paradoxalement ce changement de tutelle, alors que se développent les débats sur l'école unique (Antoine Prost, 1968)<sup>3</sup>, annonce d'une certaine manière la disparition des Écoles primaires supérieures concurrentes du technique et la naissance, bien plus tard, d'une nouvelle dualité au sein de l'enseignement technique lui-même<sup>4</sup>.

## **4.9 1936-1944, du Front populaire à la Libération, une période de transition pour l'enseignement technique**

La disparition du primaire supérieur est amorcée sous le Front populaire par les réformes de l'école engagées par le ministre Jean Zay. Mais c'est le régime de Vichy, pour des motifs antirépublicains, qui réalise la réforme qui enclenche le processus de réalisation de l'école unique, l'intégration des Écoles primaires supérieures (EPS) et des Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) au secondaire. La décennie qui débute avec le Front populaire est également une période où sont testées des formes de formation professionnelle de la jeunesse au niveau élémentaire.

### **4.9.1 1936-1938, Les réformes de Jean Zay : vers la fin du primaire supérieur**

Le projet de loi préparé par Jean Zay prévoit la réorganisation des enseignements primaire supérieur, secondaire et technique (voir Luc Decaunes et Marie-Louise Cavalier, 1962, p. 255 et sq.)<sup>5</sup>.

Roger Gal (1948)<sup>6</sup> en résume les grands objectifs :

*« Il faut d'une part organiser un système culturel suffisamment différencié pour répondre à la diversité des besoins, des capacités, des aptitudes, des fonctions sociales, et cependant assez uni pour permettre l'orientation des individus vers le genre d'études qui conviendront le mieux à leur épanouissement ; d'autre part il faut mettre au point des types de culture moderne, scientifique, technique, professionnelle, susceptibles de répondre à ces besoins. » (p 107).*

---

<sup>1</sup> Arrêté du 27 janvier 1934. Portant règlement du brevet d'enseignement industriel. JORF du 3 février 1934, p. 1114. Programmes des épreuves, composition du jury.

<sup>2</sup> Annexe 4 : les ordres secondaire, primaire et technique (après l'instauration des brevets d'enseignement en 1934). (Robert Janod 1974, p. 11). Janod Robert (1974). L'évolution de l'enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58.

<sup>3</sup> Prost Antoine (1968). *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*. Paris : Armand Colin.

<sup>4</sup> Officialisée par la distinction entre enseignement professionnel et enseignement technologique instaurée en 1985 par la loi de programme sur l'enseignement technique et professionnel.

<sup>5</sup> Projet de loi Jean Zay. Decaunes Luc, Cavalier Marie-Louise (1962). *Réformes et projets de réforme de l'enseignement français de la Révolution à nos jours (1789-1960)*. Paris : IPN.

<sup>6</sup> Gal Roger (1948). *Histoire de l'éducation*. Paris : PUF.

La mesure la plus retentissante, la prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 14 ans<sup>1</sup> (1936), s'inscrit dans un plan général qui vise à organiser l'enseignement en trois degrés successifs. Cette nouvelle organisation doit aussi permettre de combattre le chômage. Ce projet ambitieux ne voit pas le jour. Les événements de 1939 empêcheront les parlementaires de débattre du projet. Mais Jean Zay a pu faire passer quelques décrets. Ses réalisations sont principalement d'ordre administratif avec notamment la création d'une direction du premier degré à laquelle sont rattachées les classes élémentaires des lycées et collèges et le rattachement du primaire supérieur à la direction du second degré.

L'enseignement technique, pour lequel un baccalauréat n'est pas prévu, n'est finalement pas affecté par les réformes (voir Fernand Legay, 1969, p. 55)<sup>2</sup>. Cependant des mesures sont prises pour faire face à la crise économique où se confrontent chômage et manque de main-d'œuvre qualifiée.

#### **4.9.2 1936-1939, les prémices d'un enseignement technique de niveau élémentaire : les ateliers écoles et les centres de formation professionnelle.**

Pour tenter de remédier à la crise du chômage, Jean Zay décrète la création d'ateliers écoles. La formation dure de une à deux années. La première, à l'âge de 13 / 14 ans, est placée sous la double tutelle de l'enseignement primaire et de l'enseignement technique, ce dernier assurant seul la responsabilité de la deuxième année et des suivantes, selon les exigences du métier ou de la spécialité. Le préapprentissage initié dans les ateliers écoles est une réussite. Il permet aux jeunes de terminer leur apprentissage dans des cours professionnels ou dans les ECPI. Cependant, les ateliers écoles sont aussi l'objet de critiques, notamment les instructions pédagogiques qui, à propos de certains jeunes justifient le « *goût des études concrètes [...] à leur tour d'esprit* ». Bernard Charlot et Madeleine Figeat (1985)<sup>3</sup> y décèlent les signes « *d'un glissement qui tend à enfermer certains élèves dans des ghettos préprofessionnels ou professionnels* ».

Parallèlement aux ateliers écoles, voient le jour des structures de promotion ouvrière, des centres de formation professionnelle pour les chômeurs, puis à partir de 1938, des centres de perfectionnement professionnel. Cependant, tout comme les centres de formation professionnelle rapide créés en 1935 et destinés à décentraliser la formation de la main-d'œuvre<sup>4</sup>, l'expérience est peu concluante. D'autres solutions doivent être trouvées, les événements se chargent de les imposer.

#### **4.9.3 1939-1944, les centres de formation professionnelle, la naissance de l'enseignement professionnel élémentaire**

À l'automne 1939, la préparation de la guerre et la pénurie de main-d'œuvre incitent les autorités à prendre des dispositions énergiques. La direction de l'enseignement technique est chargée de mettre en place un dispositif de « *formation professionnelle en*

---

<sup>1</sup> Decaunes Luc, Cavalier Marie-Louise (1962). *Réformes et projets de réforme de l'enseignement français de la Révolution à nos jours (1789-1960)*. Paris : IPN.

<sup>2</sup> Legay Fernand, (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>3</sup> Charlot Bernard, Figeat Madeleine (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*. Minerve : Paris. p. 285.

<sup>4</sup> Principalement des jeunes Parisiens de 20 à 30 ans.

*temps de guerre* », organisé autour de centres de formation professionnelle (CFP). Vincent Troger (1987)<sup>1</sup> a étudié la création puis le développement, sous l'Occupation, de ces centres qui ont contribué à l'instauration de l'enseignement élémentaire qui faisait défaut à l'enseignement technique.

C'est par le décret du 20 septembre 1939, qui prévoit d'intensifier la préparation de la main-d'œuvre en temps de guerre, que le ministère de l'Éducation nationale prend le contrôle de toutes les institutions d'enseignement technique<sup>2</sup>. Une lettre-circulaire<sup>3</sup> adressée aux directeurs des écoles techniques (ENP, EPCI et ENAM) donne le détail des instructions pour la création de centres de formation professionnelle accélérée. Il s'agit de fournir à la défense nationale des ouvriers ou ouvrières spécialisés qui, en un temps très court, doivent être capables d'exécuter en série des pièces destinées à l'armement.

L'encadrement et la formation de plus de 50 000 jeunes nécessitent le recrutement de moniteurs techniques. Dans les établissements techniques, ce sont tout naturellement les professeurs (payés en heures supplémentaires), qui assurent la formation. Cependant la majorité des centres font appel à des ouvriers, certes professionnels, mais sans véritable formation pédagogique.

Mais une nouvelle fois un « enseignement professionnel en train de naître » est l'objet de conflits et d'affrontements. En effet, bien qu'un secrétariat général à la jeunesse soit créé par le gouvernement de Vichy pour financer et gérer ces centres de formation professionnelle, une lutte se développe entre deux ministères pour assurer leur tutelle. Un vieux débat refait surface. S'affrontent, d'un côté, les partisans d'une formation à la fois technique, professionnelle et générale devant permettre l'accès à la culture, incarnés, cette fois, par la direction de l'enseignement technique, et de l'autre, ceux favorables à un apprentissage strictement adapté aux besoins industriels, soutenus, cette fois-ci, par les dirigeants des ministères de la production industrielle et du travail.

Durant cet épisode difficile, l'action constante de la direction de l'enseignement technique a été de maintenir dans ces centres un niveau de formation technique acceptable. La Libération lui donnera l'occasion de les transformer en véritables centres d'apprentissage capables d'assurer la formation de niveau élémentaire des ouvriers dont le pays a besoin. Mais la période de l'Occupation a été l'occasion d'autres bouleversements.

#### **4.9.4 1941, la disparition des EPS, la naissance des collèges modernes et techniques**

La période sombre de l'Occupation est l'occasion de remises en cause des principes républicains, parmi lesquels l'école laïque. La réforme de l'enseignement, réclamée par le maréchal Pétain dès le mois d'août 1940, est réalisée par Jérôme Carcopino et entre en vigueur à la rentrée d'octobre 1941<sup>4</sup>. L'école républicaine et ses

---

<sup>1</sup> Troger Vincent (1987). *Les centres de formation professionnelle : 1940-1945, naissance des lycées professionnels*. Paris : Syndicat national des personnels de direction de lycée professionnel.

<sup>2</sup> En s'appuyant sur la loi du 25 juillet 1919 (Astier) et le décret-loi du 24 mai 1938 sur l'orientation et la formation professionnelles.

<sup>3</sup> 11 décembre 1939. Cf. Vincent Troger, *op. cit.* p 21.

<sup>4</sup> Une trentaine de décrets et d'arrêtés paraissent au *Journal officiel*. Des changements non étudiés ici interviennent dans la réglementation de l'école élémentaire au baccalauréat, dans la formation des maîtres,

instituteurs sont jugés responsables de la défaite. Les Écoles primaires supérieures sont les premières victimes. Les articles 8 et 9 de la loi de l'État français du 15 août 1941<sup>1</sup> précisent les nouvelles dispositions relatives à leur transformation en collège :

« Art 8 : les collèges de garçons ou de jeunes filles peuvent donner l'enseignement classique et l'enseignement moderne pendant les quatre ou les six premières années d'études, l'enseignement technique ou agricole.

Art 9 : « Les établissements ci-après désignés : les cours secondaires, les écoles primaires supérieures et les écoles primaires supérieures professionnelles, supprimées comme telles, les écoles pratiques de commerce et d'industrie, les écoles pratiques d'artisanat rural, les écoles de métiers, les sections d'enseignement technique des écoles primaires supérieures, sont transformés en collèges ou en sections de collèges. »

Selon Jérôme Carcopino (annexe 4-15)<sup>2</sup>, les nouveaux collèges sont le lieu où « la hiérarchie des tâches sera remplacée par celle des travailleurs » (Carcopino, 1941)<sup>3</sup>. Ainsi d'un côté, les Écoles primaires supérieures deviennent des collèges "modernes" et sont réorganisées sur le modèle de ceux des établissements secondaires (études sans latin), de l'autre, les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) et les sections industrielles (et commerciales) des écoles primaires supérieures deviennent des collèges techniques (CT). La création des collèges techniques s'accompagne de la création d'un certificat d'aptitude au professorat des collèges techniques et de la transformation de l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET) en École nationale préparatoire à l'enseignement dans les sections techniques des collèges (ENPESTC)<sup>4</sup>. Les écoles nationales de l'enseignement technique, c'est-à-dire les Écoles nationales d'Arts et Métiers et les Écoles nationales professionnelles, échappent à cette réforme.

Cependant, la réforme Carcopino, en conservant les cours complémentaires, va permettre leur développement et faire naître une nouvelle concurrence avec le secondaire. Pour sa part, l'enseignement technique, libéré de la concurrence des EPS, prépare à Alger, à partir de 1943, son rôle futur dans la reconstruction du pays.

#### **4.10 Sciences industrielles et technologie, de nouveaux contenus pour l'enseignement technique moyen**

Tandis que l'enseignement technique supérieur se développe indépendamment de l'université, les lycées prennent en charge les classes préparatoires. Il faut attendre l'avènement de la III<sup>e</sup> République pour que l'État assure la formation technique d'une partie de la jeunesse.

---

dans les écoles normales, les classes préparatoires. La plupart des lois et actes, comme celui de la fin de la gratuité du second cycle du secondaire, seront abrogés à la Libération (mais pas tous).

<sup>1</sup> Loi de l'État français du 15 août 1941. Acte n° 3333, relatif à l'organisation générale de l'enseignement public. Dite réforme Carcopino du nom du secrétaire d'État à l'Éducation nationale et à la jeunesse.

<sup>2</sup> Annexe 4 : les motivations de Jérôme Carcopino pour supprimer les Écoles primaires supérieures (EPS).

<sup>3</sup> Carcopino Jérôme (1941). Discours de M. Carcopino radiodiffusé de Vichy le 3 sept. 1941. *L'information universitaire. Édition spéciale du 6 septembre 1941*, 1036, 1 et 5.

<sup>4</sup> Loi de l'État français du 15 août 1941. Acte n° 3333, relatif à l'organisation générale de l'enseignement public. Dite loi Carcopino. *L'information universitaire édition spéciale du 6 septembre 1941*, 1036, 1.

L'analyse des conditions de création des écoles manuelles d'apprentissage révèle les tensions archaïques dans lesquelles s'enracine l'enseignement technologique. Le conflit de tutelle entre ministères n'est que la traduction de deux visions antagonistes. D'un côté la finalité de l'enseignement technique est de dispenser une formation professionnelle complète, de l'autre le travail manuel ne doit être qu'une simple préparation à l'apprentissage. Cette dernière conception s'inscrit en continuité de l'instauration dans l'enseignement primaire élémentaire<sup>1</sup> de l'éducation physique dont fait partie le travail manuel, considéré avant tout comme un agent éducatif pour la prédisposition des élèves aux occupations artisanales et industrielles. L'éducation physique permet l'acquisition des qualités d'adresse, d'agilité et de dextérité de la main, utiles à l'homme complet (Lebeaume, 1996)<sup>2</sup>.

Les grands mouvements mis en évidence montrent que les enseignements à vocation industrielle qui comportent peu ou pas de formations pratiques comme les Écoles primaires supérieures et l'enseignement spécial, subissent le même sort. Elles disparaissent en se transformant en enseignement général. L'enseignement technique en sort renforcé. Son changement de tutelle n'affecte pas son développement, mais l'absence de formation de base au métier d'ouvrier apparaît comme un défaut dans la construction verticale de l'enseignement technique.

Les contenus évoluent au rythme des progrès techniques. Ainsi la machine à vapeur apparaît puis disparaît des enseignements des écoles d'Arts et Métiers. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'enseignement des sciences industrielles se développe dans les EPS et les EPCI. Celles-ci apparaissent comme des applications de la physique et de la chimie pour l'étude des machines en mécanique (pompe, grue, moteur, turbine, etc.), des appareils en électricité (électroaimant, téléphone, moteur, appareil de mesure, etc.) et des procédés et produits chimiques utilisés dans l'industrie (soudure, matériaux, combustibles, carburants, lubrifiants, etc.). Une autre branche de savoirs se développe avec la technologie. Il s'agit principalement d'étudier les procédés de fabrication à partir de la description des machines utilisées dans l'industrie (textes explicatifs, schémas, dessins, photographies).

L'aperçu de ces 150 ans d'histoire introduit l'étude du développement de l'enseignement technique après la Libération. La naissance du baccalauréat technique accompagne alors le long processus de disciplinarisation de la technologie vers les sciences de l'ingénieur.

---

<sup>1</sup> Loi n° 11 696 du 28 mars 1882 qui rend l'enseignement primaire obligatoire.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (1996). *École, technique et travail manuel*. Nice : Z'Éditions (Delagrave).



## 5. La création du baccalauréat mathématiques et technique - Les réformes de l'enseignement technique entre 1945 et 1947

L'histoire a sous-estimé l'importance de la création du baccalauréat technique. En effet, cette création constitue le premier acte du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie. La création du baccalauréat technique confirme l'analyse selon laquelle « *De quelque nature qu'elle soit, toute institution naît à partir d'éléments existants empruntés à d'autres, qui placés dans de nouvelles conditions seront amenés à agir différemment* » (Lucie Tanguy, Arlette Poloni, Catherine Agulhon, 1987)<sup>1</sup>.

Le baccalauréat mathématiques et technique est créé par décret<sup>2</sup> au mois de mai 1946, soit un mois avant la date de l'examen. Les programmes (annexe 5-1)<sup>3</sup> de la première partie de ce nouveau baccalauréat ne sont publiés au Bulletin officiel que quelques jours avant les épreuves. Seules les circonstances bien particulières de cette période permettent d'expliquer ce fait, semble-t-il unique, dans l'histoire de l'école en France.

En effet, la France, dirigée par un gouvernement issu des forces de la Résistance, doit se relever de cinq années de guerre. Cette situation singulière est favorable à l'enseignement technique soutenu par des organisations syndicales parties prenantes de la reconstruction du pays.

C'est dans ce contexte que se poursuivent les réflexions entamées à Alger pendant l'Occupation pour réformer l'enseignement. Dans le même temps, des textes législatifs sont votés qui mettent en place une nouvelle organisation des instances administratives et consultatives du ministère de l'Éducation nationale.

La direction de l'enseignement technique est profondément restructurée et se voit confier de nouvelles missions. La création d'un baccalauréat technique est à l'ordre du jour. Les différents projets et les conditions de son institution révèlent alors des enjeux qui opposent les différents acteurs parties prenantes de l'instauration de ce nouveau diplôme.

### 5.1 Une situation inédite

Le 9 août 1944, la légalité républicaine est rétablie<sup>4</sup> par ordonnance. La législation de l'État français est abrogée<sup>5</sup> par le gouvernement provisoire de la République française (GPRF) rentré d'Alger. S'ouvre une période de transition devant mener à l'élection en janvier 1947 de Vincent Auriol premier président de la IV<sup>e</sup> République. Cette courte période est l'occasion d'une intense activité législative qui n'épargne pas l'Éducation nationale.

---

<sup>1</sup> Tanguy Lucie, Poloni Arlette, Agulhon Catherine (1987). Les institutions d'enseignement technique court en France. *Revue française de pédagogie*. 78, 1, 43-64.

<sup>2</sup> Décret n° 46-926 du 6 mai 1946. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 754. Modification du régime des examens.

<sup>3</sup> Annexe 5 : les programmes du baccalauréat « technique » et « mathématiques et technique » 1946, 1947 et 1948 (les programmes d'examen font office de programmes d'étude).

<sup>4</sup> Sur le territoire continental.

<sup>5</sup> Certains textes conformes à la République sont conservés.

### 5.1.1 La France à reconstruire

En 1945 la guerre prend fin, la France est en ruine. Vient alors le temps de la reconstruction. Le pays a besoin d'une main-d'œuvre qualifiée, de formateurs. Il faut relancer l'économie. La France compte sur l'enseignement technique comme en atteste la déclaration de son directeur Paul Le Rolland (1947a)<sup>1</sup> :

« ... jamais peut-être les besoins de notre pays en main-d'œuvre qualifiée et en cadres de techniciens, n'ont été plus impérieux qu'en ce moment où une immense tâche de reconstruction s'impose à nous et où nous devons à tout prix rattraper le retard dont nous souffrons dans plusieurs domaines de la technique. » (p 2).

Dans ce contexte d'après guerre, point de départ de ce que Jean Fourastié désignera plus tard comme les Trente Glorieuses<sup>2</sup>, la refonte complète de l'enseignement est à l'ordre du jour. Il s'agit de mener de front une série de réformes pédagogiques et politiques. La réforme de l'enseignement est confiée à une commission d'études, présidée par Paul Langevin tandis que la réforme de l'administration centrale du ministère de l'Éducation nationale et de ses instances consultatives est laissée à la représentation nationale. Il est peu de cas où un ensemble de réformes d'une telle ampleur est mené de front, seule la situation d'après guerre, propice aux changements, permet d'expliquer que de telles réformes puissent voir le jour.

La réforme de l'enseignement technique s'inscrit dans ce cadre général. Ses écoles techniques existantes<sup>3</sup> sont appelées à se développer et deux nouvelles missions lui sont confiées. Premièrement, il doit prendre en charge l'apprentissage afin d'assurer à terme la formation professionnelle de près d'un million de jeunes ouvriers et employés. Deuxièmement, la création d'un baccalauréat technique doit permettre selon les propos du directeur de l'enseignement technique (Le Rolland, 1948)<sup>4</sup> « de dégager de l'ensemble des élèves placés sous son contrôle, une élite de qualité comparable à celle que l'enseignement secondaire trouve dans les lycées et collèges ». Cette idée repose sur le principe que les matières techniques sont comparables aux matières classiques et modernes. Cependant cette reconnaissance impose à l'enseignement technique son incorporation dans un futur système scolaire unifié avec pour corollaire sa possible dissolution en tant qu'entité administrative.

Pour étudier cette période, l'absence de procès-verbaux des séances du conseil de l'enseignement technique de 1946 à 1949 oblige à se tourner vers d'autres sources. Plusieurs lectures de cette courte histoire sont alors possibles selon qu'on l'envisage à

---

<sup>1</sup> Le Rolland Paul (1947a). L'enseignement technique et la réforme de l'enseignement. *Technique Art Science*, 9, (éditorial).

Le Rolland Paul (1947b). L'enseignement technique et la réforme de l'enseignement (suite). *Technique Art Science*, 10, (éditorial).

<sup>2</sup> La France va connaître un développement économique et industriel sans précédent : métallurgie, automobile, nucléaire, électronique, chimie et automatisme.

<sup>3</sup> Ce sont principalement les collèges techniques, Écoles nationales professionnelles et École nationale d'ingénieurs des Arts et Métiers.

<sup>4</sup> Sténographe d'un exposé devant les membres des sections permanentes du second degré et du conseil de l'enseignement technique le 8 novembre 1947 reproduit par la revue *Technique Art Science*. (Le Rolland, 1948).

Le Rolland Paul (1948). À propos du baccalauréat technique. Les disciplines techniques ont-elles une valeur culturelle ? *Techniques Art Science*, 4, 2-6.

partir des textes officiels parus au BO ou qu'on l'analyse à partir des prises de positions des acteurs. Deux sources principales permettent de rechercher des traces des discours de ces acteurs, d'une part les procès-verbaux des réunions de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement et d'autre part les bulletins syndicaux. En effet, la presse syndicale de l'époque, notamment *Le travailleur de l'enseignement technique* informe régulièrement les syndiqués de l'avancement des travaux de la commission Langevin et des négociations avec le ministère auxquelles participent les responsables syndicaux. Si le contenu des bulletins édités par le Syndicat national de l'enseignement technique (SNET) est inévitablement orienté, il permet néanmoins d'éclairer cette période mouvementée où la CGT joue un rôle de premier plan.

### 5.1.2 Le poids de la CGT et de ses organisations

À la Libération, les différents syndicats d'enseignants sont regroupés au sein de la Fédération générale de l'éducation (FGE)<sup>1</sup>, elle-même partie prenante de la puissante Union générale des fédérations de fonctionnaires (UGFF) affiliée à la Confédération générale du travail (CGT).

Comme le souligne Guy Brucy (2001)<sup>2</sup>, la CGT, sortie de la clandestinité en août 1944, « est un acteur central d'un moment privilégié de l'histoire du mouvement ouvrier [...] elle représente alors une puissance qui pèse d'un poids certain dans le rapport des forces sociales ». La CGT entretient des rapports étroits avec le Parti communiste qui détient cinq portefeuilles ministériels et avec qui elle se lance dans « la bataille de la production » (Benoit Frachon, 1946)<sup>3</sup>. Il n'est donc pas étonnant de voir en 1944 un communiste nommé à la direction de l'enseignement technique. Paul Le Rolland remplace alors Hyppolite Luc<sup>4</sup> à qui il est reproché des compromissions avec Jérôme Carcopino, ministre de l'Éducation nationale sous le régime de Vichy (Vincent Troger, 1989)<sup>5</sup>. Le Rolland est limogé en 1948 après le départ des ministres communistes du gouvernement Ramadier en 1947<sup>6</sup>.

La CGT du technique entend jouer pour l'enseignement un rôle comparable à celui qu'elle joue dans l'industrie : « Pour les tâches de reconstruction nationale qui lui incombent, l'enseignement technique est à l'Éducation Nationale ce que le Ministère de la Reconstruction est aux Ministères de la Production industrielle, de l'Économie nationale et du Travail. » (René Girard, Fernand Canonge, Philippe Rabier, 1946)<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Lors de son congrès, le 23 mars 1948, la Fédération générale de l'enseignement (FGE) se transforme en Fédération de l'Éducation nationale (FEN).

<sup>2</sup> Brucy Guy (2001). La doctrine de la CGT sur la formation des adultes : entre pragmatisme et lutte de classes (1945-1955). *Travail et emploi*, 86, 65-86.

<sup>3</sup> Frachon Benoit (1946). *La bataille de la production. Nouvelle étape du combat contre les trusts. Rapports et discours*. Paris : Ed. Sociales.

<sup>4</sup> Selon Fernand Legay (1969), Hyppolite Luc quitte ses fonctions en avril 1944 pour cause de maladie, Paul Le Rolland est nommé directeur en août 1944. Legay Fernand (1969). *L'enseignement technique de 1895 à 1960. L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>5</sup> Troger Vincent (1989). L'histoire de l'enseignement technique : entre les entreprises et l'État, la recherche d'une identité. *Histoire, économie et société*, 4, 593-611.

<sup>6</sup> 5 mai 1947.

<sup>7</sup> Girard René, Canonge Fernand, Rabier Philippe (1946). Pour le maintien d'un conseil Supérieur de l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*. 16, 6.

Dans le deuxième degré<sup>1</sup>, les structures syndicales sont calquées sur les structures pédagogiques issues de l'histoire des établissements scolaires:

Le SNET, Syndicat national de l'enseignement technique, est formé de deux branches qui syndiquent d'une part les enseignants des écoles techniques (Écoles nationales professionnelles, Arts et Métiers, collèges techniques) et les personnels des ENNA et de l'ENSET et, d'autre part, ceux des centres d'apprentissage (20 000 adhérents au total en 1945).

Le SNES, Syndicat national de l'enseignement secondaire classique syndique les enseignants des collèges et lycées (12 000 adhérents en 1945).

Le SNCM, Syndicat national des collèges modernes syndique les enseignants des anciennes écoles primaires supérieures (4 000 adhérents en 1945).

Ainsi trois syndicats affiliés à la CGT cohabitent dans le second degré. La création d'un syndicat unique du second degré est à l'ordre du jour. Un pacte d'union dont le but est « *l'étude de toutes les questions communes à tout le personnel du deuxième degré* » est signé en 1946 mais remis en cause par la scission de la confédération CGT en décembre 1947 et le départ de la FEN (Fédération de l'Éducation nationale) en mars 1948. Au sein du SNET la branche des écoles techniques choisit l'autonomie comme la majorité de syndicats de la FEN, tandis que le syndicat des centres d'apprentissage reste à la CGT et fonde le SNETP-CGT<sup>2</sup>. Ces différents syndicats, dans un esprit corporatiste, vont jouer un rôle, parfois antagoniste, dans les réformes d'après guerre.

## **5.2 Convergence de vue pour une réforme de l'enseignement : les commissions d'Alger et Langevin et les projets du SNET**

Deux commissions, dont la vocation est de faire des propositions pour réformer l'enseignement, vont se succéder entre 1944 et 1947, la « commission d'Alger » et une « commission d'études ». La seconde, la commission présidée par Langevin, est la plus connue. La CGT, de son côté, élabore des propositions qui ne diffèrent pas significativement de celles de la commission d'études.

### **5.2.1 Le plan d'Alger**

Le 16 novembre 1944, paraît un numéro spécial hors série du BO du ministère de l'Éducation nationale consacré aux travaux de la « *commission pour la réforme de l'enseignement réunie à Alger de mars à septembre 1944* »<sup>3</sup>. La commission connue sous le nom de commission d'Alger est créée le 21 janvier 1944 par René Capitant, commissaire à l'Éducation nationale et à la jeunesse. Organisée en diverses commissions, elle est chargée d'étudier les « *grandes questions* » et de dégager les « *grands principes* » d'une réforme de l'enseignement français afin de les proposer à la réflexion et à la discussion des Français et de l'assemblée constituante. Le rapport final

---

<sup>1</sup> Les enseignants du primaire sont syndiqués au SNI, Syndicat national des instituteurs et ceux de l'enseignement supérieur au SNESR, Syndicat national de l'enseignement supérieur et de la recherche.

<sup>2</sup> Syndicat national de l'enseignement technique et professionnel

<sup>3</sup> <http://www.re2.freesurf.fr/doc-hist/durry.pdf>

est présenté par Marcel Durry<sup>1</sup> (vice-président de la commission) et fait état du constat suivant : « ... la France formait peu de chercheurs, peu de savants, peu de techniciens [...] l'école unique, école secondaire pour tous [...] n'est pas encore réalisée ». Le projet de M. Maublanc, directeur de l'enseignement technique<sup>2</sup> et président de la sous-commission du même nom prévoit que celui-ci fasse « *partie intégrante de notre système d'éducation* » (Maublanc, 1944)<sup>3</sup>.

La grande idée de l'école unique est de réorganiser l'Éducation nationale en trois degrés : primaire, secondaire et supérieur. Le premier degré, l'enseignement primaire, est commun à l'ensemble des élèves. Précédé de la classe préparatoire, il scolarise les enfants de l'âge de 6 jusqu'à l'âge de 12 ans. Le second degré, gratuit et obligatoire, est divisé en trois ordres ou branches : technique, moderne et classique. Il est constitué de deux cycles successifs (de 13<sup>4</sup> à 15 ans et de 15 à 18 ans) qui préparent, soit à l'apprentissage d'une profession, soit à l'un des trois types de baccalauréats, technique, moderne ou classique. Les propositions portent également sur le troisième degré, l'enseignement supérieur. Certaines sont rapidement contestées, notamment la politique d'orientation scolaire, la scolarité obligatoire jusqu'à dix-huit ans et la suppression des examens.

La prise en compte de l'enseignement technique est fortement affirmée. Le rapport de Marcel Durry insiste sur l'« *énorme importance d'une organisation nationale de l'enseignement technique* », ou sur les besoins en infrastructures : « ... les écoles devront être construites par centaines, surtout pour l'enseignement technique ». Il souligne également sur les effectifs et la reconnaissance sociale à accorder à cet enseignement : « *les besoins du pays veulent qu'il y ait numériquement, des effectifs bien plus grands que dans les deux autres ordres et, un niveau et un prestige égaux aux leurs* ». Enfin, la commission ayant « *consacré un temps considérable à l'enseignement technique* » la création d'un baccalauréat technique est à l'ordre du jour, le texte précise :

« *L'enseignement secondaire technique, quand il sera enfin constitué, ne sera pas un enseignement professionnel, dans son premier cycle tout au moins, et laissera à l'adolescent, jusqu'à quinze ans, la possibilité d'un changement d'aiguillage à l'intérieur du technique ou même vers le moderne ou le classique. C'est le second cycle qui commencera une spécialisation marquée, soit que l'élève vise le baccalauréat technique et des études techniques supérieures...* »

### **5.2.2 La commission d'études « Langevin »**

Créée en novembre 1944 par arrêté, soit deux mois après la remise du plan d'Alger, une commission ministérielle d'études<sup>5</sup> est chargée « *d'ouvrir et de mener une large enquête sur les problèmes de la réforme de l'enseignement* ».

---

<sup>1</sup> Durry Marcel (1944). Commission pour la réforme de l'enseignement réunie à Alger de mars à septembre 1944. BO hors série du 16 novembre 1944.

<sup>2</sup> En France occupée le directeur de l'enseignement technique est Hyppolite Luc. Il y a donc deux directeurs de l'enseignement technique.

<sup>3</sup> Maublanc M (1944). Commission de la réforme de l'enseignement. PV de la séance du 10 mai 1944. A.N. 71/AJ63.

<sup>4</sup> L'entrée dans le second degré est retardée d'un an.

<sup>5</sup> Arrêté du 8 novembre 1944. BO n° 10, p. 314. Création d'une commission d'études.

Présidée par Paul Langevin<sup>1</sup>, la commission se donne pour objectif de construire un nouveau régime scolaire et universitaire<sup>2</sup>. L'enseignement technique est représenté au sein de la commission par son directeur, Paul Le Rolland membre de droit et militant du Parti communiste français et par Fernand Renaudeau directeur de l'ENSET et Fernand Canonge<sup>3</sup>. L'exposé de Paul Le Rolland devant la commission sur l'état de l'enseignement technique<sup>4</sup> en France permet une discussion franche sur les effectifs, le recrutement et le niveau des élèves, les horaires, les méthodes, les programmes et la formation des maîtres ainsi que sur les débouchés. Toutes ces questions sont ensuite reprises au sein des quatre sous-commissions créées à l'issue des dix premières séances de la commission. Les deux premières séances de la sous-commission « organisation générale » présidée par Langevin traite de « *l'incorporation de l'enseignement technique dans le second et le troisième degrés* ». Langevin<sup>5</sup> précise d'emblée qu'« *il conviendra d'étudier les modalités d'aménagement du baccalauréat, permettant la création d'un baccalauréat technique qui ne soit pas considéré comme inférieur aux autres baccalauréats.* ». Lors de sa première séance, la sous-commission « éducation » élabore son plan, il est prévu qu'André Campa, inspecteur général de l'enseignement technique (IGET), présente un rapport<sup>6</sup> sur le travail manuel dans les différentes écoles françaises, de l'école maternelle (travaux de découpage...) jusqu'aux écoles d'ingénieurs des Arts et Métiers dont il est lui-même issu. Deux mois plus tard, c'est Albert Buisson, inspecteur général de l'enseignement technique<sup>7</sup> (IGET), qui présente devant la sous-commission « méthode » un rapport<sup>8</sup> sur les méthodes d'enseignement. Les questions relatives à la formation des maîtres de l'enseignement technique sont étudiées à deux reprises par la commission<sup>9</sup> et une présentation est faite par Fernand Renaudeau devant la sous-commission « maîtres »<sup>10</sup>.

Certains membres des commissions sont chargés de missions, pour se rendre dans les académies et permettre aux maîtres de contribuer à la réflexion générale et

---

<sup>1</sup> Après la mort de Paul Langevin, en décembre 1946, Henri Wallon reprend la direction de la commission.

<sup>2</sup> Circulaire du 4 avril 1945. Programme de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Cercles d'études pédagogiques.

<sup>3</sup> Fernand Canonge est syndicaliste CGT, professeur d'ENNA, responsable de la rubrique morale à la revue *Technique Art Science*, membre de la commission Langevin. Il est également membre élu de la commission permanente du conseil de l'enseignement technique et, à ce titre, membre du conseil de l'Éducation nationale. Il est également l'un des quatre membres titulaires devant représenter le conseil de l'enseignement technique au conseil du second degré.

<sup>4</sup> A.N. 71/AJ64. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. PV de la 5<sup>e</sup> séance du 4 janvier 1945.

<sup>5</sup> A.N. 71/AJ64. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Organisation générale ». PV de la 1<sup>re</sup> séance du 22 février 1945.

<sup>6</sup> A.N. 71/AJ64. Campa André (1945). L'enseignement du travail manuel dans les écoles françaises. 14 pages dactylographiées. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Education ». PV de la 1<sup>re</sup> séance du 22 février 1945.

<sup>7</sup> Selon Fernand Legay (1969) inspecteur général honoraire de l'enseignement technique, Albert Buisson est nommé IGET en 1945, fonction qu'il avait refusée en 1941. Il est ensuite directeur général de l'enseignement technique de 1948 à 1960.

Legay Fernand (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>8</sup> A.N. 71/AJ64. Buisson Albert (1945). *Méthodes de l'enseignement technique*. 21 pages dactylographiées. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Méthodes ». PV de la 6<sup>e</sup> séance du 25 avril 1945.

<sup>9</sup> A.N. 71/AJ63. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement 50<sup>e</sup> séance du 20 juin 1946, et 68<sup>e</sup> et dernière séance du 12 juin 1947.

<sup>10</sup> A.N. 71/AJ64. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Maîtres ». PV de la 5<sup>e</sup> séance du 19 avril 1945.

encourager la création de cercles d'études pédagogiques dotés du pouvoir d'auto-administration<sup>1</sup>. Afin de fournir à ces cercles une documentation vaste et variée relative à l'enseignement en général et à leurs travaux en particulier, la direction générale de l'enseignement décide de décentraliser la documentation<sup>2</sup> constituée par le Centre national de documentation pédagogique<sup>3</sup>.

Un rapport d'étape rédigé par Langevin est publié en 1945<sup>4</sup> à l'issue des dix premières séances de la commission. Celle-ci rend son rapport définitif au ministre le 19 juin 1947. Ce rapport, qualifié de testament par Antoine Prost (2007)<sup>5</sup>, reprend et développe les propositions du plan d'Alger. Concernant le second degré, la commission ramène la durée du 1<sup>er</sup> cycle de 12 à 15 ans<sup>6</sup> et son partage en trois sections, pratique, professionnelle et théorique à partir du deuxième cycle (16 à 18 ans). Le plan Langevin-Wallon est très ambitieux. Il prévoit des effectifs de 25 élèves par classe, une pédagogie nouvelle fondée sur les sciences de l'éducation, l'instauration de trois degrés progressifs, la scolarité obligatoire jusqu'à dix-huit ans, une orientation scolaire basée sur les aptitudes permettant la suppression de tout examen avant la fin du second cycle de deuxième degré. C'est à ce stade de la formation que se situe l'examen de fin d'études secondaires, sanctionnée, soit par le CAP préparé dans les sections pratiques, soit par le brevet d'enseignement industriel (BEI) ou commercial (BEC) préparés dans les sections professionnelles, soit enfin par le baccalauréat « *de caractère technique ou théorique* » préparé dans les sections théoriques. La commission prévoit également l'alignement des cours complémentaires industriels et commerciaux sur ceux des collèges techniques (mêmes programmes et même durée d'étude), ce qui équivaut à faire des cours complémentaires une véritable formation technique et professionnelle avec le passage de 5 à 7 heures d'atelier (pas toujours effectives) à 18 heures et plus pour les métiers de l'industrie.

### 5.2.3 Le projet de la CGT du technique

De son côté, début 1945, la commission pédagogique du SNET (Syndicat national de l'enseignement technique) fait état de ses propositions<sup>7</sup>, proches de celles de la commission d'études. La CGT du technique présente ensuite un projet d'organigramme pour le second degré (annexe 5-2)<sup>8</sup>.

L'enseignement pratique prépare aux divers CAP masculin et féminin (jusqu'à 16 ans). Il n'est pas détaillé et apparaît comme une branche à part de l'organigramme, sans

---

<sup>1</sup> Selon Antoine Prost (2010) l'accueil est mitigé. Prost Antoine (2010). *Une réforme mort-née : le plan Langevin Wallon*. In Laurent Gutierrez et Catherine Kounelis (Dir.). Paul Langevin et la réforme de l'enseignement. Grenoble : PUG.

<sup>2</sup> Circulaire du 24 août 1945. BO n° 45, p. 3206. Réforme de l'enseignement. Cercles d'études pédagogiques (les recteurs et les inspecteurs d'académie sont invités à s'appuyer sur les centres de diffusion régionale de films cinématographiques existants, ou en ayant recours à la création de nouveaux centres de documentation soit régionaux, soit départementaux.)

<sup>3</sup> Le CNDP a été créé auprès du musée pédagogique en 1936 (décret du 6 décembre 1936).

<sup>4</sup> BO du 15 mars 1945, p. 1463. Commission d'études pour la réforme de l'enseignement.

<sup>5</sup> Prost Antoine (2007). Langevin-Wallon, l'espoir tué dans l'œuf. *Le Monde de l'éducation*, 355, 62-63.

<sup>6</sup> De la classe de 6<sup>e</sup> à la classe de 3<sup>e</sup>. Deux années « d'orientation » suivie de deux années « d'options ».

<sup>7</sup> Commission pédagogique du SNET, (1945). La réforme de l'enseignement. *Le Travailleur de l'enseignement technique*, 9, 7.

<sup>8</sup> Annexe 5 : projet d'organigramme de la CGT pour le second degré.

Commission pédagogique du SNET (1945). La réforme de l'enseignement. *Le Travailleur de l'enseignement technique*, 8, 2-3.

doute parce que les propositions ne sont pas encore précises à cette époque en raison de la jeunesse des centres d'apprentissage (cf. *infra*).

La scolarité obligatoire jusqu'à 18 ans est dans l'air du temps. Jusqu'à 15 ans, les élèves étudient tous, dans le premier cycle, les mêmes programmes, sauf quelques différences dans les horaires et les méthodes dans « le technique »<sup>1</sup> qui reste ainsi une voie spécifique du second degré. Ainsi, à l'issue de deux années d'orientation (premier cycle de 11 à 13 ans), deux années d'initiation technique (second cycle de 13 à 15 ans) dirigent les élèves, selon leurs goûts et leurs aptitudes, soit vers :

- l'enseignement professionnel qui prépare en deux ans à des brevets d'enseignement technique industriel ou commercial (BEI masculin, BEI féminin et BEC masculin et féminin, jusqu'à 17 ans) ;
- des baccalauréats techniques<sup>2</sup> (industriel masculin, industriel féminin, commercial masculin et féminin, jusqu'à 18 ans) ;
- les baccalauréats classique et moderne (jusqu'à 18 ans).

Après le baccalauréat, les élèves entrent pour deux ans (de 18 à 20 ans) dans le troisième degré pour y recevoir un enseignement pré-universitaire différencié, suivi par deux années d'études universitaires (de 20 ans à 22 ans) qui débouchent sur les grandes écoles d'ingénieurs et écoles normales supérieures ou sur des instituts supérieurs spécialisés (au-delà de 22 ans). Les parcours sont cependant différents suivant les études secondaires.

Les élèves issus des sections professionnelles se spécialisent et préparent, dans certaines ENP et collèges techniques « *bien outillés* », un diplôme de technicien<sup>3</sup>. Il est d'ailleurs prévu « *la nationalisation d'écoles techniques privées* » qui recrutent les élèves titulaires du baccalauréat ou du BEI et « *la création de nouvelles écoles de techniciens pour les branches des industries savantes : électricité, TSF, optique, moteurs, matières plastiques etc.* ». Ces études peuvent déboucher au-delà de 20 ans sur des universités populaires de types Conservatoire national des Arts et Métiers ou sur des stages dirigés de quatre années dans l'industrie pour former les futurs professeurs techniques d'atelier (PTA) de l'enseignement technique.

Les élèves reçus au concours des Arts et Métiers sortent de l'enseignement pré-universitaire. Les moins bons sont diplômés technicien des Arts et Métiers, et les autres poursuivent deux années d'enseignement universitaire pour préparer le diplôme d'ingénieur Arts et Métiers.

Les élèves titulaires du baccalauréat des sections techniques industrielles et commerciales ou des sections modernes et classiques effectuent leurs deux années d'études pré universitaires dans des établissements du troisième degré pourvus de sections techniques, qui doivent permettre aux bacheliers classiques ou modernes se

---

<sup>1</sup> Les expressions « le technique » ou « du technique » sont couramment employées pour désigner « l'enseignement technique ». Cette façon de dire marque bien l'entité que représente l'enseignement technique.

<sup>2</sup> Les baccalauréats industriels masculins comportent les options dessin industriel ou travail manuel. Parmi les baccalauréats industriels féminins, les propositions font état d'un baccalauréat « arts appliqués » et enfin, il y a deux baccalauréats commerciaux, un baccalauréat sciences économiques et commerciales et un baccalauréat mathématiques, comptabilité.

<sup>3</sup> Cette préparation en deux ans serait l'équivalent des BTS actuels.



destinant aux carrières d'ingénieur ou de chercheurs de commencer leur formation technique<sup>1</sup>. Ces études, ouvertes aux techniciens des Arts et Métiers, débouchent sur l'enseignement universitaire dispensé soit dans des instituts techniques industriels ou commerciaux préparant à des licences techniques (certificats techniques + certificats généraux), soit dans diverses facultés préparant les certificats de licence. À l'issue des études universitaires, les étudiants poursuivent dans des grandes écoles d'ingénieurs et les écoles normales supérieures ou dans des instituts spécialisés. Ainsi avec ces propositions, le technique doit entrer de plain pied dans le supérieur.

#### 5.2.4 Des convergences favorables à l'enseignement technique

Ainsi les plans de la commission Langevin-Wallon et ceux de la CGT du technique sont très proches. La commission Langevin-Wallon constitue un véritable laboratoire d'idées. Elle propose la mise en place d'un enseignement commun aux élèves du premier cycle du second degré<sup>2</sup> avec les travaux manuels comme matière de base. Concernant l'enseignement technique, il est envisagé par Paul Le Rolland<sup>3</sup> la création de lycée technique<sup>4</sup>, l'organisation de « *stages des élèves dans l'industrie, sous le contrôle de l'école.* », la création de « *taupes<sup>5</sup> techniques* » et la formation de tous les maîtres à l'université. Cependant, la commission est insuffisamment soutenue par les partis politiques majoritaires (Parti socialiste et Parti communiste français) (Prost, 2010)<sup>6</sup>. Tributaire de la situation économique précaire, le plan Langevin-Wallon ne sera pas appliqué mais servira, pendant de nombreuses années, de référence aux projets de réforme (Laurent Gutierrez et Catherine Kounelis, 2010<sup>7</sup>, Claude Allègre, Francois Dubet, Philippe Meirieu, 2003)<sup>8</sup>.

Certaines de ses propositions verront néanmoins le jour : l'expérimentation des méthodes actives d'enseignement dans les classes nouvelles<sup>9</sup> instituées par Jacques Monod, directeur du second degré, la prise en charge de l'apprentissage, la prolongation

---

<sup>1</sup> Cette proposition fait penser à l'instauration en 1995 des enseignements de sciences industrielles de l'ingénieur dans les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). De son côté, la commission prévoit la création d'un enseignement propédeutique ou pré-universitaire à l'image des classes supérieures existantes dans les lycées : premières supérieures et mathématiques spéciales (ou des PCB : physique – chimie – biologie, dans les facultés de sciences pour la médecine). Le but de cet enseignement serait double : préparer, par une formation théorique, aux études universitaires et assurer, par une initiation pratique, une première orientation vers une profession (professeur, médecin, ingénieur, juriste, etc.).

<sup>2</sup> De 11 à 15 ans, soit l'équivalent du collège actuel.

<sup>3</sup> Archives nationales 71/AJ64. Procès-verbal du 22 février 1945 de la première séance de la sous-commission (organisation générale) de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement.

<sup>4</sup> En remplacement des Écoles nationales professionnelles (ENP), ce qui sera fait en 1959.

<sup>5</sup> Classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE).

<sup>6</sup> Prost Antoine (2010). *Une réforme mort-née : le plan Langevin Wallon*. In Laurent Gutierrez et Catherine Kounelis (Dir.). Paul Langevin et la réforme de l'enseignement. Grenoble : PUG.

<sup>7</sup> Gutierrez Laurent, Kounelis Catherine (2010). *Paul Langevin et la réforme de l'enseignement*. Grenoble : PUG.

<sup>8</sup> Allègre Claude, Dubet Francois, Meirieu Philippe (2003). *Le rapport Langevin-Wallon*. Paris : mille et une nuits.

<sup>9</sup> Selon Gérard Bodé « C'est à la suite d'une interrogation sur la responsabilité des élites dans la défaite de 1940 que les projets de réforme sur l'enseignement, aussi bien en 1944 dans le plan d'Alger élaboré par la Résistance que dans les projets du ministre de Vichy, Abel Bonnard, envisagent la création d'un tel diplôme... ». Bodé Gérard. *Chronologie commentée de l'enseignement technique* :

[http://www.inrp.fr/she/fichiers\\_rtf\\_pdf/bode\\_%20chronologie\\_et.pdf](http://www.inrp.fr/she/fichiers_rtf_pdf/bode_%20chronologie_et.pdf)

d'une année de la formation des ingénieurs dans les écoles d'Arts et Métiers<sup>1</sup> (de 3 à 4 ans) et la création du baccalauréat technique<sup>2</sup> dont l'avenir se décidera en partie en dehors de la commission.

Avant d'aborder les conditions de la création du baccalauréat technique, il importe de préciser les diverses restructurations qui régissent le nouveau ministère de l'Éducation nationale. En effet, conjointement aux travaux de la commission Langevin-Wallon, le ministère est le siège de profondes réorganisations de ses instances administratives et consultatives, restructurations qui ont un impact singulier sur l'enseignement technique.

### **5.3 La réorganisation des instances administratives et consultatives du ministère**

L'enseignement technique, jusque-là indépendant, disposait de son propre conseil supérieur au sein duquel siégeaient des industriels. La réorganisation du ministère est l'occasion de limiter ses prérogatives.

#### **1.1.1 La réorganisation administrative du ministère**

Fin 1944, le Gouvernement provisoire pour la République française (GPRF) réorganise par ordonnance<sup>3</sup> l'administration centrale du ministère de l'Éducation nationale autour de quatre directions générales (de l'enseignement, de l'éducation physique et des sports, des arts et lettres, de l'architecture) et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). René Capitant, gaulliste convaincu, est alors ministre de l'Éducation nationale. Le 18 août 1945<sup>4</sup>, un ensemble de décrets et d'arrêtés précise et complète cette organisation administrative. La direction de l'administration générale (organe d'étude, d'information et d'exécution rattachée au cabinet du ministre) est créée et est compétente en matière juridique (personnel, contentieux) et financière (budgets, crédits, comptabilité). La direction générale de l'enseignement<sup>5</sup> est organisée en quatre directions de l'enseignement (supérieures, second degré, premier degré, technique), deux directions spécifiques (mouvements de jeunesse et d'éducation populaires, hygiène scolaire et universitaire) et deux services (coordination de l'enseignement dans la France d'outre-mer, études et documentation pédagogiques).

Parmi les attributions de la direction du second degré, on retiendra « *le contrôle de l'enseignement général dans les établissements techniques du second degré* », résultat d'un compromis avec le Syndicat national de l'enseignement technique (SNET).

#### **5.3.1 Le conseil supérieur de l'Éducation nationale**

---

<sup>1</sup> Décret n° 47-807 du 5 mai 1947. BO n° 15 du 15 mai 1947, p. 571. Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers, règlement.

<sup>2</sup> Décret n° 46-926 du 6 mai 1946. Supplément au BO n° 24 du 13 mai 1946, p. 710. Modification du régime des examens.

<sup>3</sup> Ordonnance du 20 novembre 1944. BO n° 10, p. 514. Portant réorganisation de l'administration centrale du ministère de l'Éducation nationale

<sup>4</sup> Décrets et arrêtés du 18 août 1945. BO n° 43, p. 3040 *et sqq.* (articles 1505, 1506, 1509 et 1510. Attributions et organisation de la direction de l'administration générale du ministère de l'Éducation nationale.

<sup>5</sup> Le 30 avril 1946, la Direction générale de l'enseignement est supprimée, les directions et services qui lui étaient rattachés relèvent directement du ministère.

Le 26 avril 1945, paraît une ordonnance<sup>1</sup> dont l'article 1<sup>er</sup> est sans ambiguïté : « *Il est créé un conseil supérieur de l'enseignement public qui exercera les pouvoirs antérieurement conférés au conseil supérieur de l'instruction publique et au conseil supérieur de l'enseignement technique* ». Dans l'attente de la validation de ce projet, et à titre provisoire, un comité permanent est créé auprès du ministre. D'après l'exposé des motifs, il s'agit de faire disparaître une dualité, véritable anomalie, due à l'existence antérieure des conseils de l'instruction publique et de l'enseignement technique exerçant des droits séparés au sein du ministère. La compétence de ce nouvel organisme s'étend ainsi à tous les ordres d'enseignement, et place sous sa juridiction tous les membres de l'université. L'enseignement technique perd à ce moment une partie de son autonomie<sup>2</sup>.

Un an plus tard, la loi du 6 avril 1946 proroge les pouvoirs du comité permanent et transforme le conseil supérieur de l'enseignement public en conseil supérieur de l'Éducation nationale. A la place du conseil supérieur de l'enseignement technique, définitivement enterré, est institué un simple conseil de l'enseignement technique. En perdant l'adjectif supérieur, il se retrouve au même niveau de compétence que celui des autres ordres d'enseignement.

### **5.3.2 Les conseils d'enseignements**

La loi du 18 mai 1946 crée les conseils des différents enseignements relevant de l'Éducation nationale (conseil de l'enseignement supérieur, conseil de l'enseignement du second degré, conseil de l'enseignement du premier degré et conseil de l'enseignement technique) et un conseil de l'éducation populaire et des sports. L'avis de chaque conseil est facultatif, et porte sur les projets de décrets et d'arrêtés réglementaires ainsi que sur les questions dont il peut être saisi par le ministre. Ces conseils d'enseignement sont indépendants et « *synthétisés* » au niveau du conseil supérieur de l'Éducation nationale. Le conseil de l'enseignement technique est composé de quarante-six membres. Quatre sont membres de droits, cinq sont nommés par le ministre et trente-sept représentants sont élus parmi le personnel. Les représentants du monde professionnel disparaissent à cette occasion. Le conseil élit en son sein une section permanente composée de dix-neuf membres. L'article 26 de la loi précise les attributions de ce nouveau conseil de l'enseignement technique :

*« Le conseil de l'enseignement technique donne son avis sur les programmes, les règlements administratifs ou disciplinaires relatifs à l'enseignement technique, sur les règlements relatifs aux examens, à la scolarité, et à la délivrance des diplômes et certificats, à la collation des grades dans l'enseignement technique, sur la création des établissements nationaux d'enseignement technique, sur la reconnaissance des écoles d'enseignement technique privées... »*

Le premier conseil de l'enseignement technique se réunit le 29 juillet 1946 et élit ses dix représentants au conseil supérieur de l'Éducation nationale. Le compte rendu de

---

<sup>1</sup> Ordonnance n° 45-820 du 26 avril 1945. BO n° 30 du 3<sup>e</sup> trimestre 44-45, p. 1925. Conseil supérieur de l'enseignement public. Création.

<sup>2</sup> Le conseil supérieur de l'enseignement technique fut créé en 1870 et fonctionna jusqu'en 1940. En 1919 la loi Astier lui donne une consécration législative. En 1920 il est rattaché en même temps que l'enseignement technique au ministère de l'instruction publique, sa composition est alors élargie.

cette réunion est publié par *Le travailleur de l'enseignement technique*<sup>1</sup>, le directeur de l'enseignement technique qui préside cette réunion fait le bilan d'une année de discussions et, de son discours, transparaissent les tensions au sein du ministère :

« M. Le Rolland rend hommage et remercie M. Monod, directeur de l'Enseignement du second degré, pour sa parfaite compréhension des problèmes de l'enseignement technique et pour son désir de voir se lier et s'interpénétrer les deux ordres d'Enseignements. En effet, la fusion totale entre le second degré et le technique est impossible, car l'enseignement technique a un but et une tâche bien particulière. Mais il n'y a qu'une seule jeunesse scolaire française ; d'où la nécessité d'établir une liaison entre les deux ordres d'Enseignement.

Diverses solutions peuvent être envisagées : 1° Intégration totale du technique au secondaire, impossible administrativement et inacceptable. 2° Séparation du technique en deux parties : a) Les enseignements généraux seraient rattachés au secondaire ; b) Les enseignements professionnels, constituant le technique proprement dit. 3° Un conseil de l'enseignement technique formant un tout, mais avec une articulation du second degré dans le technique, et articulation du technique dans le second degré. C'est cette dernière solution qui a été retenue. Quatre membres, élus par chacun des deux conseils et siégeant : ceux du technique au conseil du second degré ; ceux du second degré au Technique... »

Lors de cette réunion, Albert Buisson intervient en tant que rapporteur de la « commission spéciale du baccalauréat »<sup>2</sup> et présente les programmes du baccalauréat technique. Il remplacera, l'année suivante, Paul Le Rolland à la tête de la direction de l'enseignement technique (DET) après le départ des ministres communistes du gouvernement. Albert Buisson, inspecteur général et ancien des Arts et Métiers, est partisan du maintien du verticalisme (Vincent Troger, 1989)<sup>3</sup> et d'une certaine indépendance de l'enseignement technique.

### 5.3.3 La CGT et les instances consultatives

Avec la disparition du conseil Supérieur de l'enseignement technique (*cf. supra*), l'enseignement technique se sent menacé, le risque est grand d'une intégration totale au secondaire, voire d'une disparition du technique en tant qu'entité. Le SNET est reçu le 8 février 1946 par la commission de l'enseignement de l'assemblée constituante. Selon les propos de Canonge (1946b)<sup>4</sup> la commission propose, puisque l'enseignement technique fait partie du second degré, que celui-ci soit simplement représenté au sein d'un conseil du second degré. Cette position est soutenue au sein de la commission par Maurice Lacroix, professeur de l'enseignement classique. Mais, fait plus marquant, cette position est également défendue, au sein même de la délégation de la CGT, par Gustave Pacquez, le secrétaire du Syndicat des collèges modernes. Celui-ci est présent dans la

<sup>1</sup> SNET anonyme, (1946). Conseil de l'enseignement technique. Compte rendu de la réunion du 29 juillet 1946. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 9-10.

<sup>2</sup> Aucune trace matérielle n'a été retrouvée des travaux de cette commission officielle. Elle est également citée par Le Rolland lors de la 44<sup>e</sup> séance de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. AN 71/AJ63.

<sup>3</sup> Troger Vincent (1989). L'histoire de l'enseignement technique : entre les entreprises et l'État, la recherche d'une identité. *Histoire, économie et société*, 4, 593-611.

<sup>4</sup> Canonge Fernand (1946b). Le nouveau conseil supérieur de l'Éducation nationale. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 3-4.

délégation en remplacement d'Adrien Lavergne, secrétaire général de la FEN et déclare que la position du SNET pour le maintien d'un conseil de l'enseignement technique est contraire à la position de la FEN. Devant les réticences de Lavergne, prié de faire connaître la position de la FEN à la commission de l'enseignement de l'assemblée constituante, les trois secrétaires du SNET, René Girard, Fernand Canonge et Philippe Rabier (Girard, Canonge et Rabier, 1946)<sup>1</sup>, adressent le 19 février une lettre au président de la commission intitulée « *Pour le maintien d'un conseil supérieur de l'enseignement technique* ». La lettre qui précise la position du syndicat est publiée le mois suivant dans les colonnes de la revue *Le travailleur de l'enseignement technique*. La CGT du technique y donne des gages de sa bonne volonté « *La CGT ne cherche pas à maintenir l'enseignement technique à l'écart du 2<sup>nd</sup> degré, elle se prononce même nettement pour son assimilation avec le secondaire et le moderne au sein du 2<sup>nd</sup> degré* ». Elle argumente sur la nécessité du maintien du conseil supérieur « *selon la commission Langevin, à terme 70 à 75 % des effectifs scolaires du 2<sup>nd</sup> degré iront vers le technique* » et rappelle le rôle qu'elle a joué : « *C'est grâce à nos efforts que l'apprentissage n'a pas échappé à notre ministère, du temps de M. Capitant.* »<sup>2</sup>. La CGT brandit la menace d'un retour de l'enseignement professionnel et de l'apprentissage vers d'autres ministères. Selon elle :

*« Le Ministère de l'Éducation Nationale [...] doit être doté d'un organisme qui le tienne en liaison avec l'extérieur et plus particulièrement avec le monde du travail [...] l'enseignement technique ne peut pas vivre de sa vie propre, en vase clos, replié sur lui-même, il lui faut l'oxygène du dehors. [...] Supprimer le conseil intérieur de l'enseignement technique ce serait fermer la bouche à tous ceux qui ont conscience de la gravité des problèmes économiques, qui se sont mesurés avec les difficultés et qui apportent des solutions ; ce serait aussi rendre très difficile, sinon impossible, la liaison entre l'Éducation Nationale et la commission supérieure interministérielle de l'apprentissage. »*

Sa proposition « *admettre quelques membres du conseil du second degré dans le conseil de l'enseignement technique* » est finalement prise en compte puisque quatre membres élus au conseil du second degré et au conseil du Technique siégeront respectivement dans chacun des autres conseils (cf. *supra* réunion du 29 juillet)<sup>3</sup>. Pour la CGT qui a été appuyée par la direction de l'enseignement technique, cette solution présente l'avantage de sauver l'essentiel bien que le syndicat ne soit pas représenté à qualité et qu'aucune place ne soit faite aux représentants du milieu professionnel.

## **5.4 La réorganisation de la direction de l'enseignement technique**

La direction de l'enseignement technique est donc à son tour réorganisée. Elle comprend dorénavant une sous-direction de l'apprentissage et une sous-direction des écoles techniques. Cette réorganisation administrative se concrétise au niveau

---

<sup>1</sup> SNET anonyme, (1946). Conseil de l'enseignement technique. Compte rendu de la réunion du 29 juillet 1946. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 9-10.

<sup>2</sup> René Capitant est ministre de l'Éducation nationale, du 4 septembre 1944 au 21 novembre 1945, après avoir été sous l'Occupation commissaire à l'Éducation nationale du Comité français de la Libération Nationale (CFLN) du 9 novembre 1943 au 4 septembre 1944.

[http://www.inrp.fr/she/ministres\\_bio/capitant.htm](http://www.inrp.fr/she/ministres_bio/capitant.htm)

<sup>3</sup> Canonge Fernand (1946b). Le nouveau conseil supérieur de l'Éducation nationale. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 3-4.

pédagogique par une réorganisation des formations dispensées. Ainsi, une filière professionnelle voit le jour, à côté de la filière technique déjà existante, au sein de laquelle une nouvelle voie devant mener à un baccalauréat du second degré est en gestation. Le texte précise les attributions de la direction de l'enseignement technique :

« *L'orientation professionnelle, le pré-apprentissage, l'apprentissage, la formation ménagère, la formation de techniciens et d'ingénieurs, d'employés et de personnel de direction ; la gestion ou le contrôle des établissements techniques publics, des établissements techniques privés reconnus, des cours professionnels, des centres de formation professionnelle, des cours de perfectionnement. Elle assure, avec la collaboration des directions intéressées, la formation générale, culturelle et professionnelle, des jeunes travailleurs et des cadres nécessaires à l'économie nationale.* »

#### 5.4.1 La sous-direction de l'apprentissage

Elle prend en charge l'apprentissage et les quelques 850 centres de formation professionnelle<sup>1</sup> transformés en centres d'apprentissage (CA) en 1944<sup>2</sup>. Ces centres d'apprentissage<sup>3</sup>, dont le statut ne sera reconnu officiellement qu'en 1949<sup>4</sup>, préparent dès l'âge de 14 ans à un CAP en trois ans et constituent le premier degré<sup>5</sup>, ou niveau élémentaire, de l'enseignement technique. Ils forment les ouvriers et les employés qualifiés. Foyers « *d'humanités techniques* », appelés à donner un métier et une formation générale à tous les enfants du peuple, les centres d'apprentissage doivent s'intégrer dans la structure nouvelle, régionale et départementale des services de l'enseignement technique et dans l'ensemble de l'organisation scolaire<sup>6</sup>. Les centres d'apprentissage revendiquent leur appartenance au second degré (Fernand Canonge, 1946c)<sup>7</sup>. Le recrutement, dès 1945, d'un corps d'inspecteurs professionnels dédiés aux centres d'apprentissage et l'ouverture en 1946 de cinq Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA) chargées de la formation de leurs propres enseignants, affirment l'existence d'une véritable « filière professionnelle »<sup>8</sup>.

---

<sup>1</sup> Pelpel Patrice, Troger Vincent (2001). *Histoire de l'enseignement technique*. Paris : l'Harmattan.

Les Centres de formation professionnelle sont créés en 1939 et développés sous le régime de Vichy pour résorber le chômage des jeunes et assurer leur encadrement idéologique.

<sup>2</sup> Arrêté du 18 septembre 1944. Rattachement à la direction de l'enseignement technique des centres de formation professionnelle dépendant de l'ancien commissariat général à la Jeunesse.

<sup>3</sup> Ils sont transformés en collège d'enseignement technique (CET) lors de la réforme Berthoin en 1959.

<sup>4</sup> Loi du 21 février 1949 créant un véritable statut des centres d'apprentissage qui les aligne sur les normes de l'Éducation nationale <http://www.vie-publique.fr/politiques-publiques/apprentissage-enseignement-professionnel/chronologie/>

<sup>5</sup> Appellation utilisée par François Matray, professeur d'ENNA. Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : PUF.

<sup>6</sup> Circulaire du 7 mai 1945. BO n° 34, p. 2202. Organisation des centres d'apprentissage.

<sup>7</sup> Canonge Fernand (1946c). Les centres font partie du second degré. *Technique Art Science*, 1, 7-9.

<sup>8</sup> Nés sous le régime de Vichy pour l'essentiel, les centres d'apprentissage (cf. *supra* § 4, centres de formation professionnelle) forment la branche d'enseignement pratique dans le second cycle du second degré. Ils ont été rattachés à la DET par arrêté du 18 septembre 1944.

La création de ces centres d'apprentissage apparaît comme une réponse à la crise persistante de l'apprentissage et s'opère dans un relatif consensus, avec notamment l'appui des grandes branches patronales de l'industrie métallurgique<sup>1</sup>.

#### 5.4.2 La sous-direction des écoles techniques

Elle prend en charge les écoles techniques moyennes, c'est-à-dire les collèges techniques<sup>2</sup> (CT), qui recrutent sur examen et forment les ouvriers hautement qualifiés et les techniciens, ainsi que les Écoles nationales professionnelles<sup>3</sup> (ENP) qui recrutent sur concours<sup>4</sup> dès la classe de quatrième<sup>5</sup> et sont chargées de former les futurs contremaîtres. La création d'une série mathématiques et techniques du baccalauréat de l'enseignement du second degré ouverte aux élèves inscrits dans les sections spéciales préparant aux concours des Arts et métiers des collèges techniques, et surtout des ENP, consacra la « *filière technique* ». La classe de seconde des ENP ou des collèges techniques constitue également une porte d'entrée directe dans l'enseignement technique pour les élèves désireux de préparer, après une troisième classique ou moderne, le concours d'entrée aux écoles d'ingénieurs des Arts et Métiers. L'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET) continue de former les personnels de ces établissements<sup>6</sup> qui constituent le deuxième degré ou niveau moyen de l'enseignement technique.

#### 5.4.3 L'enseignement technique supérieur, les écoles d'ingénieurs

Au niveau de l'enseignement technique supérieur, la direction de l'enseignement technique (DET) attribue les subventions, organise les examens de fin d'étude et la délivrance des diplômes d'ingénieur.

En 1947, une réforme du statut des principales écoles d'ingénieurs<sup>7</sup> consacre le troisième degré ou niveau supérieur de l'enseignement technique. La durée de formation dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers passe de trois à quatre années, celles-ci deviennent des Écoles nationales d'ingénieurs des Arts et Métiers<sup>8</sup> (ENIAM). À partir de 1948, en plus du Conservatoire national des arts et métiers et l'École centrale des arts et

---

<sup>1</sup> Tanguy Lucie, Poloni Arlette, Agulhon Catherine. (1987). Les institutions d'enseignement technique court en France. *Revue française de pédagogie*. 78, 1, 43-64.

<sup>2</sup> En 1941, les collèges techniques remplacent les Écoles professionnelles de commerce et d'industrie (EPCI), elles-mêmes apparues dans le prolongement des écoles primaires supérieures professionnelles créées par la loi du 11 décembre 1880. Les collèges techniques industriels, qui dépendent des municipalités ou des départements mais sont subventionnés par l'État, préparent au brevet d'enseignement Industriel (BEI). Les plus importants d'entre eux prépareront également au baccalauréat technique.

<sup>3</sup> Elles furent créées par la loi du 11 décembre 1880 comme des écoles d'apprentissage modèles sous le nom d' « écoles nationales primaires supérieures professionnelles ».

<sup>4</sup> Ouvert aux élèves issus de cinquième, le concours est national et organisé par département. Cependant des concours spéciaux sont ouverts à des élèves de seconde issus des cours complémentaires de l'enseignement primaire ou à ceux issus de collèges et de lycées titulaires du brevet de d'enseignement du 1<sup>er</sup> cycle (BEPC).

<sup>5</sup> Les ENP recrutent dès la classe de sixième.

<sup>6</sup> Les collèges techniques et les ENP sont fusionnés dans les lycées techniques lors de la réforme Berthoin en 1959.

<sup>7</sup> Dans le même temps, les instituts annexes des facultés sont transformés en Écoles nationales supérieures d'ingénieurs (ENSI) et assimilés aux grandes écoles. Les ENSI ne relèvent donc pas de l'enseignement technique.

<sup>8</sup> Décret n° 47-807 du 5 mai 1947. BO n° 15 du 15 mai 1947, p. 571. Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers, règlement.

manufactures de Paris, la direction de l'enseignement technique (DET) contrôle une dizaine d'instituts et d'écoles d'ingénieurs (voir Fernand Legay, 1958)<sup>1</sup>. Elle assure également la surveillance des écoles supérieures de commerces.

#### 5.4.4 Une architecture verticale de l'enseignement technique presque complète

Cette nouvelle organisation « *aux superstructures étagées et multiples* »<sup>2</sup> de la classe de sixième aux Écoles d'ingénieurs des Arts et Métiers est qualifiée de « *verticalisme* ». Ce terme se justifie par la hiérarchie qui existe du fait « *des niveaux très différents de formation professionnelle, donc des établissements.* » (MEN, 1958)<sup>3</sup>.

Charles Vercier, inspecteur général de l'enseignement technique rappelle dans un article de la revue *Technique Art Science* (Vercier, 1947)<sup>4</sup> le rôle, les attributions et les buts assignés aux différents établissements de l'enseignement technique<sup>5</sup>. La synthèse de cet article reprise dans le tableau situé en annexe (annexe 5-3)<sup>6</sup> est à rapprocher des classifications professionnelles, définies en 1947 et dites « Parodi-Croizat » du nom de leurs auteurs. Véritable nomenclature d'emploi, la grille Parodi-Croizat basée sur les principes tayloriens permettait un classement catégoriel et hiérarchisé des travailleurs. Cet article souligne le lien entre l'enseignement technique et l'industrie de l'époque.

Ainsi la direction de l'enseignement technique contrôle la quasi-totalité de la formation technique et professionnelle. Cependant certaines formations professionnelles lui échappent encore (Antoine Léon, 1961)<sup>7</sup> : la formation agricole rattachée au ministère de l'agriculture, et celles des écoles de perfectionnement pour déficients mentaux, rattachées à l'enseignement primaire et qui assurent une formation manuelle et des cours complémentaires industriels. Une partie de la formation professionnelle industrielle (et commerciale) est assurée par des entreprises privées<sup>8</sup> ou nouvellement nationalisées (SNCF, EDF...) ou par des établissements relevant d'autres ministères (Air, Marine...), ou encore « sur le tas » dans les petites entreprises ou chez les artisans. Les écoles de métiers (menuiserie, tissage, bâtiment, chaussure, etc.) rattachées aux chambres de métier ou à des organismes professionnels sont néanmoins contrôlées par l'enseignement technique.

<sup>1</sup> Legay Fernand, Cauet R. (1958). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Peyrègne Léonce (1954). *Diversité de l'enseignement technique*. In Renaudeau Fernand. Encyclopédie générale de l'éducation française. L'Enseignement Technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

<sup>3</sup> MEN (1958). *Panorama de l'enseignement technique*. Ministère de l'Éducation nationale, direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale.

<sup>4</sup> Vercier Charles (1947b). Les Écoles multiples. *Technique Art Science*, 8, 12-13.

<sup>5</sup> « Les Écoles multiples », les finalités des formations techniques et professionnelles selon Charles Vercier inspecteur général de l'enseignement technique. Le but de l'article était de rappeler que, si les écoles techniques ont pour vocation la formation manuelle et technique, il ne faudrait pas, du fait de la coexistence dans de nombreux établissements de centres d'apprentissage annexés à un collège technique ou à une ENP, qu'il y ait disparition de la graduation des travaux pratiques d'atelier entre ces différents établissements.

<sup>6</sup> Annexe 5 : les finalités des formations techniques et professionnelles d'après Charles Vercier Inspecteur général de l'Enseignement Technique (Charles Vercier, 1947).

<sup>7</sup> Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF.

<sup>8</sup> L'exemple de la société Schneider est particulièrement significatif.

De la Broise Tristan, Torres Félix (1996). *Schneider l'histoire en force*. Paris : Jean-Pierre de Monza.



Enfin, parmi les institutions nouvelles relevant de l'enseignement technique, il faut citer, le Centre national d'enseignement à distance (CNED, mai 1944), les conseillers de l'enseignement technique (CET, mars 1946), les préparations aux concours d'admission à l'ENSET (juillet 1945) et les commissions nationales professionnelles consultatives (CNPC, avril 1948).

#### 5.4.5 La direction de l'enseignement technique dans la tourmente

En 1947, la conjugaison de deux événements va remettre en cause l'existence de la direction de l'enseignement technique.

La première menace provient des professeurs de collège qui craignent que l'enseignement moderne ne soit « dévoré »<sup>1</sup>, à la fois par l'enseignement classique et par l'enseignement technique. Le Syndicat national des collèges modernes (SCCM), en accord avec la direction du second degré, refuse l'entrée des centres d'apprentissage dans le second degré<sup>2</sup> et demande la suppression de la direction de l'enseignement technique. Le syndicat justifie cette demande par la position prise par la CGT lors de son congrès confédéral de 1931<sup>3</sup>. À cette époque la commission pédagogique de la Fédération générale de l'éducation (FGE) élabore un ensemble de propositions en matière de formation et d'éducation ouvrière. Le « *Projet de statut organique de l'enseignement public* » adopté par la confédération en 1931, prend pour base le projet établi antérieurement par « *Le comité d'étude et d'action pour l'École unique et les Compagnons de l'université nouvelle* ». Les articles 27, 28 et 29 prévoient une direction générale unique qui englobe les premier, second et troisième degrés. Ainsi la direction du second degré ayant pour attributions<sup>4</sup> les diverses sections de l'enseignement du second degré, la direction de l'enseignement technique n'a plus lieu d'être. Philippe Rabier (1947a), au nom du Syndicat national de l'enseignement technique (SNET), réfute ces arguments au motif principal de « *la nécessité de développer rapidement l'E.T. pour répondre aux besoins urgents du pays en matière de main-d'œuvre* ». Il ajoute « *il [l'enseignement technique] est resté le parent pauvre du second degré. Nous sommes sûrs qu'en supprimant la direction de l'enseignement technique nous ne travaillons pas dans l'intérêt du pays.* ».

La deuxième menace apparaît au mois d'avril 1947, peu de temps avant la remise du rapport de la commission Langevin-Wallon, lorsqu'une nouvelle réorganisation administrative (annexe 5-4)<sup>5</sup> du ministère de l'Éducation nationale est à l'ordre du jour.

---

<sup>1</sup> Propos de Gustave Pacquez, secrétaire du CNCM, rapportés par Philippe Rabier (Rabier, 1947a). Rabier Philippe (1947a). Second degré et enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 6-8.

<sup>2</sup> Ce qui est revendiqué par l'enseignement technique (Canonge, 1946), *op. cit.*

<sup>3</sup> Le compte rendu du congrès de la CGT de 1931 est disponible sur : [http://www.ihs.cgt.fr/IMG/pdf\\_31\\_-\\_1931\\_-\\_Congres\\_Paris.pdf](http://www.ihs.cgt.fr/IMG/pdf_31_-_1931_-_Congres_Paris.pdf)

<sup>4</sup> Programmes, plans d'études, méthodes pédagogiques, organisation administrative, installation et gestion des établissements, examens et concours, nomination et avancement du personnel.

<sup>5</sup> Annexe 5 : avis de la « commission de réforme de l'enseignement » sur le « projet de réforme de l'administration centrale de l'Éducation nationale ». Le projet de réforme de l'administration centrale de l'Éducation nationale a été soumis à la commission Langevin-Wallon pour avis par le ministre socialiste Marcel Naegelen nommé le 26 janvier 1946. L'objectif est-il d'éliminer un bastion communiste ? La commission Langevin-Wallon a étudié ce rapport lors de sa séance du 12 avril.

Un projet<sup>1</sup> intitulé « *La réorganisation administrative de l'université doit précéder la réforme de l'enseignement* » prévoit notamment de regrouper les bureaux des différentes directions de l'enseignement<sup>2</sup> et de les placer sous trois directions en fonction de leurs missions. Le ministère serait ainsi structuré autour d'une direction de l'enseignement ou de l'organisation pédagogique des études, d'une direction du personnel de l'instruction publique et d'une direction des services administratifs et financiers, chaque direction intervenant au niveau de l'ensemble des trois degrés.

Parmi ses objections et réserves, la commission Langevin-Wallon « *estime que la réforme administrative ne saurait être préalable à la réforme de structure de l'enseignement. C'est la structure de l'enseignement qui doit commander l'organisation administrative.* ». De son côté le SNET, par la voix de ses secrétaires généraux Artus et Rabier (1947)<sup>3</sup>, demande au ministre à être reçu car :

« *... quand il s'agit de créer une école ou un centre de l'enseignement technique, il est impossible de confier à des directions différentes du ministère le soin de recruter le personnel, d'acheter le matériel, de construire les locaux, de se mettre en liaison avec les industriels et les organisations ouvrières* » (p. 9).

Le SNET va mettre dans la balance tout le poids de la CGT. Il informe<sup>4</sup> ainsi le bureau confédéral de la CGT du « *danger pour le développement de l'apprentissage de l'éclatement entre plusieurs directions [...]. L'enseignement technique forme un tout à tous les points de vue : du matériel, de la pédagogie, du personnel et de la doctrine* ». Une délégation de la Fédération de l'Éducation nationale finalement reçue par le ministre<sup>5</sup> obtient la promesse du « *maintien de la direction de l'E.T., au moins encore pendant plusieurs années car il faut que l'enseignement technique se développe.* ».

## **5.5 Des projets syndicaux divergents, baccalauréat technique ou scientifique ?**

La création d'un nouveau baccalauréat est l'occasion pour les syndicats enseignants de préciser leurs positions, voire de faire des propositions concrètes prenant en compte les intérêts de leurs syndiqués.

### **5.5.1 Chacun à sa place, pour le SNES**

Le SNES voit comme une grave difficulté la suppression des examens rendue possible par une éventuelle substitution de la sélection par l'orientation. Bien que favorable aux projets de réformes proches des « *idées maîtresses du projet confédéral* » de 1931, il s'inquiète ainsi par la voix de Lucien Mérat (1945)<sup>6</sup> des répercussions que pourrait provoquer l'augmentation du nombre d'élèves dans le second degré :

---

<sup>1</sup> Sur les quinze pages du projet, onze sont consacrées à critiquer l'organisation actuelle et quatre concernent le détail des propositions.

<sup>2</sup> Premier degré, second degré, supérieur et technique.

<sup>3</sup> Le 16 avril 1947. Artus Ch., Rabier Philippe (1947). *Maintien de la Direction de l'E.T. Le travailleur de l'enseignement technique*, 26, 9.

<sup>4</sup> 23 avril 1947. *Op. cit.* Artus Ch., Rabier Philippe (1947).

<sup>5</sup> 30 avril 1947. *Op. cit.* Artus Ch., Rabier Philippe (1947).

<sup>6</sup> Mérat Lucien (1945). *La réforme de l'enseignement. L'Université syndicale*, 2 et 3, 1-2.

« Il faut que les jeunes gens issus des diverses classes sociales apprennent à penser, à créer, à écrire dans une atmosphère commune. [...] Je suis convaincu que l'immense majorité des professeurs du Second Degré accueille avec enthousiasme l'idée d'une réforme de l'enseignement [...] mais il est naturel que les bons ouvriers de cette grande entreprise, ceux dont l'effort décidera du succès ou de l'échec, demandent à être mis chacun à leur place, à être utilisés, eux aussi, au mieux de leurs aptitudes, dans l'intérêt commun. [...] il ne faut pas que les exigences de la masse paralyse l'élan des esprits plus agiles et plus exigeants. Il faut donner aux maîtres des élèves à leur mesure, aux élèves des maîtres assez près d'eux par l'esprit pour être à même de les comprendre, de les deviner, de les diriger. »

Ainsi, si le SNES défend le baccalauréat « pour les futurs instituteurs » ou celui réclamé « dans l'enseignement technique », il exprime aussi la crainte d'une mauvaise répartition de « la clientèle des lycées et collèges » et d'une baisse de niveau du baccalauréat.

### **5.5.2 Pour un baccalauréat moderne : les projets du Syndicat national des collèges modernes (SNCM)**

Le Syndicat national des collèges modernes (SNCM)<sup>1</sup> syndique les professeurs des collèges modernes, nés en 1941 de la transformation des écoles primaires supérieures, et maintenant rattachés à la direction de second degré.

La CGT du « moderne » est également inquiète et le fait savoir par la voix de son secrétaire général Gustave Pacquez. Dans un courrier, daté du 22 octobre, adressé au directeur de l'enseignement du second degré, reproduit dans le *bulletin de l'enseignement moderne* (Gustave Pacquez, 1945)<sup>2</sup>, il attire l'attention sur « deux problèmes de première importance pour l'avenir de notre enseignement moderne et l'avenir de nos collèges ». Le premier, lié à la disparition de la sanction des études qui mènent jusqu'en troisième, risque de faire perdre des élèves au collège moderne. Il demande donc la création d'un brevet d'enseignement moderne en remplacement de l'ancien brevet d'enseignement primaire supérieur. Le deuxième tient au fait qu'une seule langue est étudiée dans les collèges modernes (premier cycle du second degré). Dès lors l'obligation d'étudier d'une deuxième langue dans le second cycle risque de détourner, dès la sixième, les élèves vers « le grand collège moderne du chef-lieu » ou « au lycée », avec à terme le dépérissement et le retour aux cours complémentaires.

Le SNCM propose donc de créer un baccalauréat moderne, à option scientifique ou à option technique (ce serait alors un baccalauréat technique), dans lequel l'épreuve de deuxième langue serait remplacée, à l'écrit, par de la chimie et de la physique. Ce baccalauréat s'adresserait principalement aux élèves du moderne. Pour les candidats des Arts et Métiers, une épreuve de dessin industriel (4 heures, coefficient 2) serait organisée, et à l'oral, suivant l'option, une épreuve de travaux pratiques serait constituée d'une manipulation ou d'une épreuve de travail manuel (4 heures, coefficient 2).

---

<sup>1</sup> La fusion du SNES et du SNCM en 1949 donne naissance au Syndicat national de l'enseignement secondaire (classique et moderne), le SNCM.

<sup>2</sup> Pacquez Gustave (1945). Au sujet des examens. *Bulletin de l'enseignement moderne*, 4, 25-27.

Les propositions pour les sections modernes à option sciences au baccalauréat reprennent les horaires et les programmes proposés par l'Union des physiciens. À l'oral s'ajouterait à l'épreuve de travaux pratiques (manipulation de physique), une épreuve de dessin industriel permettant « *aux élèves des sections techniques dans les collèges modernes, de se présenter au baccalauréat, sans la surcharge d'une préparation spéciale de travaux pratiques.* ». Le projet prévoit également un cours de technologie comprenant l'étude des organes de machines et l'outillage, et un cours de dessin industriel en lien avec le programme de technologie dont le but est « *l'étude simplement descriptive, mais raisonnée quant aux formes des organes des machines fournissant les sujets de dessin du concours d'entrée aux Écoles d'Arts et Métiers.* ».

### **5.5.3 Des baccalauréats techniques pour le SNET et la direction de l'enseignement technique**

En janvier 1946, Fernand Canonge fait le point (Canonge, 1946e)<sup>1</sup> sur la réforme proposée par la CGT. Le projet de plusieurs baccalauréats techniques, notamment commerciaux et artistiques, présenté comme la base de toute une architecture de l'enseignement supérieur, n'a pas avancé. Cependant le directeur général de l'enseignement et les directeurs du second degré et de l'enseignement technique, tout comme la commission Langevin-Wallon sont unanimement favorables à la création d'un baccalauréat technique. Une commission spéciale du baccalauréat présidée par l'inspecteur général Albert Buisson a d'ores et déjà fixé les propositions à faire au ministre concernant le nombre, la nature et le programme des épreuves de chaque partie. La CGT, partie prenante du projet, est disposée à se contenter du baccalauréat industriel pour filles et garçons<sup>2</sup>.

Ainsi Fernand Canonge (Canonge, 1946e)<sup>3</sup> poursuit : « *Pour le moment, n'ayons pas les yeux plus gros que le ventre* ». Il y a l'espoir que « *le projet ne se perdra pas dans le marécage bureaucratique et juridique et sortira assez tôt pour devenir une réalité aux sessions de juin.* ». La CGT du technique milite pour un baccalauréat nouveau qui sanctionne des études techniques d'un niveau élevé, qui attire vers l'enseignement technique de nouvelles élites et leur ouvre la porte de l'enseignement supérieur. Ce baccalauréat doit être, dès le départ, l'égal des autres baccalauréats par la difficulté des épreuves et leur valeur du point de vue de la culture générale. « *Il ne faut pas qu'il naisse avec des stigmates d'infériorité ou d'indignité, dans ce baccalauréat le technique n'est pas une fin mais un moyen.* ».

Par principe la commission du baccalauréat technique a décidé que chacune des parties du baccalauréat doit avoir une épreuve à caractère technique, ce qui permet d'une part de sanctionner des études scientifiques appliquées avec une réelle activité technique (ce qui exclut toute possibilité de bachotage), et d'autre part de distinguer le

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand, (1946e). La première partie du baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 15, 9-10.

<sup>2</sup> Ce n'est qu'en 1952 qu'est finalement créée une série « baccalauréat économique ». Cela entraîne une distinction entre le baccalauréat technique A (industriel) et le baccalauréat technique B préparant à la poursuite d'études dans les facultés de droit, les instituts d'études politiques et les écoles de haut enseignement commercial.

<sup>3</sup> Canonge Fernand, (1946e). La première partie du baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 15, 9-10.

baccalauréat technique des autres baccalauréats en écartant les candidats peu intéressants issus de l'enseignement technique ou non.

Pour les épreuves non techniques la commission a adopté, à quelques détails près, les programmes des épreuves classiques et modernes. Toujours selon Fernand Canonge (1946e)<sup>1</sup>, cela permet d'une part de « *neutraliser les malveillances et les jalousies qui nous guettent.* » et d'autre part, « *en ne soulevant pas d'objection de la part des autres ordres d'enseignement, d'aboutir rapidement.* ». Il y a nécessité d'harmoniser les programmes avec ceux du concours des Arts et Métiers, cela pose quelques difficultés en histoire et géographie. Les programmes de l'épreuve de sciences sont en cours de discussion.

La présentation dans la revue du SNET, même de manière sommaire, des épreuves écrites et orales de la première partie du baccalauréat, doit permettre aux professeurs de prendre leurs dispositions pour inscrire et préparer leurs meilleurs élèves, « *et eux seuls* », pour que cette création soit un succès.

Ainsi, à l'écrit en français, après accord du directeur de l'office du baccalauréat, parmi 4 sujets identiques pour les sections classiques, modernes ou technique, un sujet « dit général » pourra refléter davantage les préoccupations de l'enseignement technique (morale, observation personnelle ou sociale, profession, problèmes économiques). À l'oral, l'épreuve d'explication française porterait sur des « *morceaux choisis de prose et de vers des écrivains français du XVII<sup>e</sup> siècle à nos jours* ». La CGT rejette l'épreuve de langue vivante à l'oral et, au cas où « on » l'impose à l'écrit, elle demande que ce soit une épreuve de traduction d'un texte en langue étrangère de 120 à 160 mots suivi de 5 questions relatives à l'intelligence du texte pouvant comporter un court développement (sorte de rédaction dirigée appuyée sur le texte). En mathématiques il est prévu de remplacer la géométrie cotée du baccalauréat moderne par le calcul numérique et graphique, et l'usage de la règle à calcul. D'une manière générale l'orientation de l'épreuve est « *l'application des mathématiques sans tomber dans la technologie* » (pratique du calcul logarithmique). En dessin industriel, à la deuxième partie du baccalauréat, il s'agit « *de pouvoir exprimer des formes par le dessin et de résoudre des problèmes de dessin pouvant faire appel à la géométrie descriptive* ».

Cette présentation se termine par une phrase de Canonge qui en dit long sur la complicité des différents acteurs de l'enseignement technique : « *Voilà quelles sont nos propositions et celles de la direction de l'enseignement technique. Nous nous efforçons de les faire accepter.* ».

Ce résumé provoque également des réactions, ainsi Philippe Rabier (1947b)<sup>2</sup> fait état de la lettre d'un syndiqué qui prépare ses élèves aux concours des Arts et Métiers et au baccalauréat technique et pour qui « *le baccalauréat technique est une arme à double tranchant* ». Selon lui, en effet, la volonté de minimiser l'importance et la valeur des épreuves techniques et d'augmenter celle des épreuves « *de culture générale* » risque de se faire aux dépens des élèves du technique et de mener à recruter aux Arts et Métiers des élèves issus « *des lycées [et du] secondaire* » malgré leur médiocre

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand, (1946e). La première partie du baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 15, 9-10.

<sup>2</sup> Rabier Philippe (1947b). Au sujet du baccalauréat 2<sup>e</sup> partie. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 23, 21.

qualification technique. Dès lors, « *il faut [...] résister au chantage, à la culture, l'humanisme, etc., etc...* ». De la même manière pour François Matray (1952)<sup>1</sup>, le baccalauréat technique ne serait guère probant quant à la technicité de ses titulaires. Il argumente en citant la Fédération nationale des sociétaires d'anciens élèves d'écoles pratiques qui souhaite, lors de son congrès de 1947, le rétablissement d'un équilibre entre culture technique et culture générale « *pour que le Baccalauréat technique atteigne son but* ».

## 5.6 Le baccalauréat technique devient réalité

Au mois d'avril 1946<sup>2</sup>, un vœu proposé par Paul Le Rolland est adopté par la commission Langevin pour que « *la série technique du baccalauréat soit organisée dès la session de juin 1946* ». Ce vœu « se réalise » deux mois plus tard.

### 5.6.1 Une création au pas de charge et sans moyens

L'insistance de la direction de l'enseignement technique, appuyée par la commission Langevin et la CGT du technique finit par porter ses fruits. Le baccalauréat technique est officiellement créé par le décret n° 46-926 du 6 mai 1946<sup>3</sup>. Le texte crée une série technique à la première partie du baccalauréat et une série mathématiques et technique à la deuxième partie. L'insertion au *Journal officiel* (JO) intervient le 7 mai, et la naissance de ce nouveau baccalauréat est portée à la connaissance des chefs d'établissement *via* le Bulletin officiel (BO) n° 24 du 13 mai 1946<sup>4</sup>. La première session (pour la première partie) a lieu à partir du 13 juin 1946. Une circulaire<sup>5</sup> adressée aux recteurs précise que l'inscription des candidats doit être acceptée jusqu'au 20 mai 1946 et « *l'état numérique des inscrits* » retourné en triple exemplaire pour le 22 mai 1946. En effet, malgré l'absence de parution de l'arrêté établissant les programmes, il faut prévoir l'impression des sujets et notamment ceux de la nouvelle épreuve de technique graphique. Le programme de la première partie, la série technique, paraît finalement au BO du 30 mai 1946, soit quelques jours seulement avant l'examen<sup>6</sup>.

Ce « *caractère d'improvisation* » dû à l'empressement de la direction de l'enseignement technique de créer le baccalauréat mathématiques et technique est justifié en 1947, dans les colonnes de la revue *Technique Art Science*, par Albert Buisson (1947)<sup>7</sup>, alors inspecteur général de l'enseignement technique. Celui-ci précise que s'il avait fallu attendre « *que le baccalauréat technique couronnât, comme il se doit, un*

---

<sup>1</sup> Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : PUF.

<sup>2</sup> A.N. 71/AJ64. Vœu adopté le 11 avril 1946 lors de la 44<sup>e</sup> séance de travail de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement.

<sup>3</sup> Bien que ces termes soient couramment utilisés, y compris par l'administration centrale, le décret du 6 mai 1946 n'instaure pas un baccalauréat technique mais une série technique et une série mathématiques et technique du baccalauréat du second degré. L'appellation officielle baccalauréat technique pour désigner la série technique de la première partie plus la série mathématique et technique de la deuxième série date de l'arrêté du 26 février 1948 qui définit les programmes des épreuves du baccalauréat technique pour les sessions de 1948.

<sup>4</sup> Modification du régime des examens.

<sup>5</sup> Circulaire du 7 mai 1946. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 732. Aux recteurs (inscriptions à la série technique).

<sup>6</sup> Arrêté du 14 mai 1946. BO n° 27 du 30 mai 1946, p. 790. Programme des épreuves de la série technique.

<sup>7</sup> Buisson Albert (1947). L'épreuve d'atelier au baccalauréat « Mathématiques et technique » et les travaux manuels éducatifs. *Technique Art Science*. 10, 14-19.

*édifice règlementaire construit* », les premiers candidats, issus des classes de cinquième nouvelles qui optent pour la série technique et dont « *le baccalauréat technique constitue le terme des études faites dans ces classes* », ne se seraient présentés qu'en 1951 à la première série.

Ce n'est qu'au mois de novembre 1946<sup>1</sup>, que le ministre fait savoir qu'il a décidé que toute École nationale professionnelle (ENP) ayant assuré la préparation au concours d'entrée dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers pourra préparer en même temps ses élèves au baccalauréat technique. Toutes les autres écoles techniques désireuses de préparer ce baccalauréat devront présenter une demande « *justifiée* » qui sera examinée par l'administration. En tout état de cause, en raison du « *manque de personnel et de la modicité des moyens* », aucune heure supplémentaire, ni création de postes ne sont envisageables. Cette création sans moyens<sup>2</sup> contredit la double intention que recouvre « *toujours* », selon Claude Tournier-Glad (2000)<sup>3</sup>, la publication d'un nouveau programme d'enseignement de « *redéfinir pour l'avenir la nécessité de former un nouveau citoyen pour une société en évolution, rendre crédible cette détermination en mettant en œuvre les moyens matériels et humains nécessaires à son application.* » (p. 35).

La situation économique particulière justifie cette création sans moyen supplémentaire. Si elle est acceptée comme telle, cela tient, d'une part au fait que l'obtention d'un baccalauréat technique apparaît comme un enjeu majeur pour le technique, et d'autre part parce que l'enseignement technique sait pouvoir compter sur ses moyens matériels et humains existants. En effet, la création du baccalauréat technique est rendue possible par la préexistence des sections industrielles des Écoles nationales professionnelles (ENP) qui assurent une solide formation scientifique, littéraire et professionnelle<sup>4</sup>. Ces écoles<sup>5</sup> sélectionnent leurs élèves par un concours national à l'entrée de la classe de quatrième<sup>6</sup>, puis opèrent une nouvelle sélection en classe de seconde, qui dirige l'élite de l'enseignement technique vers des sections dites spéciales ou théoriques<sup>7</sup>. Ces sections réputées, parfaitement équipées et disposant des meilleurs professeurs du technique ont pour vocation la préparation au concours d'entrée dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers. Ainsi l'existence au sein des ENP des moyens disponibles permet aux meilleurs élèves de bénéficier d'une préparation simultanée au baccalauréat technique et au concours des Arts et Métiers.

---

<sup>1</sup> Circulaire du 27 novembre 1946. Préparation du baccalauréat technique.

<sup>2</sup> Ce ne fut pas le cas des centres d'apprentissage qui bénéficièrent de moyens financiers, (budgets de fonctionnement et d'équipement, certes modestes), humains (création des ENNA, corps d'inspection) et matériels (locaux, machines-outils).

<sup>3</sup> Tournier-Glad Claude, (2000). *Un défi au pouvoir : le programme d'éducation de l'Association fraternelle des instituteurs socialistes de 1849-1850*. In André Robert (Dir.). Les Contenus d'enseignement en question : histoire et actualité. Rennes : CRDP de Bretagne.

<sup>4</sup> Meylan Françoise, (1983). De l'école nationale professionnelle au baccalauréat de technicien ou l'évolution d'une filière de l'enseignement technique. *Formation Emploi*. 4, 29-46. <http://portail.cereq.fr/FEM/FEM43.pdf>

<sup>5</sup> Elles sont au nombre de 20 à la Libération, dont trois écoles d'horlogerie.

<sup>6</sup> 12 000 garçons sont recrutés en 1958, les ENP préparent également 3 500 jeunes filles aux professions industrielles, commerciales et sociales.

<sup>7</sup> MEN. (1958). *Panorama de l'enseignement technique*. Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale.

## 5.6.2 Les membres du jury du baccalauréat technique

L'instauration de ce nouveau baccalauréat nécessite le recrutement de membres du jury issus de l'enseignement technique, ce qui impose la modification du décret du 13 août 1931. En effet, si celui-ci fait passer du ministre au recteur la désignation des professeurs du secondaire (cité par Claude Lelievre)<sup>1</sup>, il ne prévoit pas le recrutement de personnel de l'enseignement technique. Ce sera acquis le 14 mai<sup>2</sup>, quand pourront être membres du jury du baccalauréat technique les professeurs ou anciens professeurs de l'enseignement du second degré public, ou de l'enseignement technique public, agrégés ou docteurs, les professeurs ou anciens professeurs des Écoles nationales d'Arts et Métiers et les professeurs ou anciens professeurs de l'enseignement du second degré public, ou de l'enseignement technique public licenciés ou certifiés, comptant cinq ans d'enseignement et exerçant ou ayant exercé leurs fonctions dans une classe préparatoire au baccalauréat. Tout est maintenant en place pour que se déroule la première session de l'histoire du baccalauréat technique.

## 5.6.3 L'heure du premier bilan

À l'issue des premières sessions du baccalauréat technique le bilan des résultats est établi. Selon le directeur de l'enseignement technique, 2 200 candidats (annexe 5-5)<sup>3</sup> se sont inscrits au baccalauréat technique. Pour la première session, Paul Le Rolland (1947)<sup>4</sup> déclare fièrement :

« *Le succès a dépassé nos espoirs, nos candidats s'étant montrés au niveau de leurs camarades pour les épreuves de culture générale et ayant manifesté nettement leurs qualités d'initiative et de jugement dans cette épreuve d'intelligence qu'est la nouvelle composition de 'technologie graphique' »* (p 8).

De son côté, Fernand Canonge (1946a) dresse dans les colonnes du *Travailleur de l'enseignement technique* un bilan plus détaillé des résultats des épreuves de la première partie des sessions de juin et d'octobre (voir aussi annexe 5-6)<sup>5</sup>. Il précise notamment que, du fait de la publication des programmes, un mois seulement avant l'examen, les élèves ont été surpris par des épreuves totalement nouvelles, certains programmes n'ayant pas été traités (en français notamment). Cependant il fait remarquer que, malgré ces mauvaises conditions, sur l'ensemble du pays les résultats sont équivalents à ceux du baccalauréat moderne et classique et que de nombreux établissements ont eu un pourcentage élevé d'élèves reçus. Pour Canonge, les deux premières sessions permettent de tirer des leçons de l'expérience. La préparation correcte aux épreuves de français nécessite une meilleure connaissance des grandes

---

<sup>1</sup> Lelievre Claude (2011). *Le baccalauréat doit être aussi l'affaire du supérieur !*

<http://blog.educpros.fr/claudelelievre/2011/06/25/le-baccalaureat-doit-etre-aussi-laffaire-du-superieur/>

<sup>2</sup> Décret n° 46/1040 du 14 mai 1946. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 754. Modification de la composition des jurys d'examen.

<sup>3</sup> Chiffre fourni à la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement.

Le Rolland Paul (1946). Intervention à la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. PV de la 50<sup>e</sup> séance du 20 juin 1946. A.N. 71/AJ64. Voir aussi les résultats de 1962 à 2004 en annexe 5, d'après des données de Daniel Duverney.

Duverney Daniel, (2006). *Le baccalauréat scientifique et son contexte depuis 1962.*

<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/ActionSciences/4%20-%20Bac%20scientifique.PDF>

<sup>4</sup> *Op. cit.* Le Rolland (1947a).

<sup>5</sup> Annexe 5 : résultat de la 1<sup>e</sup> session du baccalauréat technique 1<sup>e</sup> partie (1946) à l'ENP Livet à Nantes.



œuvres de la littérature. En langue vivante, les notes d'oral « *n'ont pas été brillantes* », notamment dans les collèges techniques qui préparent aux Arts et Métiers et qui ne bénéficient que de deux heures par semaine pendant deux ans. Canonge propose de revoir les horaires, avec un passage de l'enseignement des langues à trois heures par semaine ou un étalement de la formation sur trois ou quatre ans. Pour préparer l'épreuve écrite de technologie, Canonge propose de prendre une heure sur le temps accordé à l'atelier. Enfin, l'épreuve de dessin dite de technique graphique de la série technique, semble faire l'unanimité. Des sujets des épreuves de dessin technique de plusieurs académies sont publiés dans la revue *Technique Art Science*, ainsi qu'un sujet type (annexe 5-7)<sup>1</sup> pour « *fixer l'esprit et le niveau* » de l'épreuve de la série mathématiques et technique.

Les résultats aux baccalauréats techniques dans les établissements techniques de l'enseignement public (tab. 5-1 *infra*) (ENP, collège technique, sections techniques de collèges modernes et de lycées) révèlent le faible nombre de candidat. Ce tableau (Cauët, 1956)<sup>2</sup> mérite quelques commentaires : la lettre B signale le baccalauréat technique série économique créé en 1952, le nombre de candidat à la série A (technique industrielle) a peu évolué depuis sa création en 1946<sup>3</sup> (2 200 candidats à l'époque). Les sections techniques des collèges modernes et de lycées présentent moins de candidats et obtiennent de moins bons résultats (66 % reçus à la première partie et 58 % à la seconde partie) que les collèges techniques (69 % et 60 %) et les Écoles nationales professionnelles (79 % et 68 %). Il est à noter le peu de candidat en commercial (examen récent) et des effectifs majoritairement féminins, et l'absence de candidate en industriel.

---

<sup>1</sup> Annexe 5 : sujet type pour « *fixer l'esprit et le niveau* » de l'épreuve de la série « mathématiques et technique ».

MEN (1947). Baccalauréat technique. (Ministère de l'Éducation nationale). *Technique Art Science*, 9, 63.

<sup>2</sup> D'après Cauët, R. (1956). Réalités actuelles de l'enseignement technique. *L'Enseignement technique*, 11, 57-61.

<sup>3</sup> Ces chiffres sont les premiers disponibles publiés.

Catégories d'établissements	Effectifs	Bacc. Technique 1 <sup>re</sup> partie		Bacc. Technique 2 <sup>e</sup> partie	
		P	R	P	R
Écoles Nationales Professionnelles	G 11 160	673	529	582	398
	F 1 729	1	1		
		B 16	13	20	12
Collèges Techniques	G 36 435	1 663	1 154	1 004	607
		B 38	19	31	28
	F 710	B 19	11	20	20
Sections Techniques de C.M. et de Lycées	G 6 675	651	428	344	201
		B 2	2	2	2
	F 459	B 14	13	13	13
Total .....	G 54 270	2 987	2 111	1 930	1 206
		B 40	21	33	30
	F 2 898	B 49	37	53	45

**Tableau 5-1 : résultats au baccalauréat technique, première et deuxième parties (1953 à 1955).**

#### 5.6.4 L'élite de l'enseignement technique victime d'un chantage

Si la définition des programmes de la série technique de la première partie du baccalauréat a pu se faire dans un relatif consensus, il en va différemment pour la série mathématiques et technique de la deuxième partie.

Dès novembre 1946, les deux principaux problèmes relatifs à la création du baccalauréat technique sont posés par Fernand Canonge (1946a)<sup>1</sup>. Premièrement, il faut harmoniser les programmes de la deuxième partie et ceux du concours d'entrée aux Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM), car les élèves qui préparent le baccalauréat technique sont les mêmes que ceux qui préparent les Arts et Métiers<sup>2</sup>. Deuxièmement, il faut éviter un trop grand nombre d'épreuves et surtout « *l'encyclopédisme inhumain et décourageant* ». Cela se pose principalement pour les épreuves d'histoire et de science naturelle, ce qui fait dire à Canonge : « *Ce n'est pas de gaïté de cœur que nous acceptons la multiplicité des épreuves et la surcharge des programmes* ». L'intervention d'un professeur<sup>3</sup> membre de la commission permanente du conseil de l'enseignement technique situe une partie du problème. À propos de la menace de suppression des langues en troisième et quatrième années des ENP, il déclare « *l'expérience comme la*

<sup>1</sup> *Op. cit.* Canonge Fernand, (1946a). Canonge Fernand (1946a). Baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 20, 14.

<sup>2</sup> On peut même dire que c'est en grande partie pour eux que se crée ce baccalauréat.

<sup>3</sup> Barthélémy B. (1947). Diplôme d'élève breveté des ENP. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 12.

*raison prouvent qu'il est à peu près impossible, sous peine de défigurer l'Enseignement Technique, de supprimer quelque discipline que ce soit dans nos programmes.»*

La section permanente du conseil supérieur de l'Éducation nationale, réuni le 10 février 1947, approuve à l'unanimité les propositions de la direction de l'enseignement technique en matière de programme, d'horaires et de coefficients<sup>1</sup> de la deuxième partie du baccalauréat mathématiques et technique.

Ces décisions marquent une première faille dans l'entente entre la direction de l'enseignement technique et la CGT. Fernand Legay (1969)<sup>2</sup> rapporte des propos tenus, par Paul Le Rolland lors d'un banquet des anciens élèves des ENP, qui confirment ces divergences. Celui-ci déclare alors : « *il fallait éviter soigneusement que le nouveau baccalauréat présentât quoi que ce soit de caractère professionnel, il devait être uniquement un examen de culture générale* ». Les décisions prises le sont en accord avec la Direction de second degré<sup>3</sup>, mais contre l'avis du conseil de l'enseignement technique où la CGT est largement représentée. La direction du second degré voudrait que le baccalauréat technique puisse être préparé par les élèves des sections normales des lycées et collèges. Elle impose donc la présence d'épreuves de science naturelle à la deuxième partie, matière jugée nécessaire pour permettre aux titulaires du baccalauréat technique de préparer des études de médecine.

Pour Philippe Rabier (1947b)<sup>4</sup>, cette insistance pour instaurer une épreuve d'histoire naturelle à la deuxième partie « *est la preuve une fois de plus [que] trop de collègues du 2<sup>nd</sup> degré n'ont que mépris pour l'enseignement technique.* ». Il fustige notamment certains de ses collègues du second degré qui parlent beaucoup du surmenage de leurs élèves dont les cours se finissent à 16 heures, sauf le jeudi où il n'y a pas cours. Il compare ces journées à celles des élèves qui préparent le baccalauréat technique, qui se terminent à 18 heures tous les jours de la semaine, ce qui implique des semaines de 44 à 48 heures de travail dans l'établissement. Cette situation fit dire à Yves Legoux, (1972)<sup>5</sup> que la préparation de la deuxième partie du baccalauréat technique entraîne pour les élèves un « *travail quasi inhumain* ».

Ainsi, dans les faits, le baccalauréat mathématiques et technique est un baccalauréat comparable à ceux des séries modernes (tab. 5.2 *infra*), et comporte, à l'écrit, une épreuve de dessin technique remplaçant une épreuve de langue et, en plus, un programme de technologie et d'atelier comparable à celui dispensé dans les Écoles nationales professionnelles (ENP). Cette façon de procéder, utilisation d'un programme d'enseignement général existant, auquel on ajoute un ensemble d'enseignements

---

<sup>1</sup> Cf. annexes 5.1, les programmes des épreuves des séries technique et mathématiques et technique pour la session de 1947 paraissent au BO n° 8 du 20 mars 1947, p. 247 (arrêté du 19 février 1947).

<sup>2</sup> Legay Fernand, (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>3</sup> Les quatre conseillers du second degré siégeant au sein du conseil de l'enseignement technique avaient donné un avis favorable.

<sup>4</sup> Rabier Philippe (1947b). Au sujet du baccalauréat 2<sup>e</sup> partie. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 23, 21.

<sup>5</sup> Legoux Yves (1972). *Du compagnon au technicien. L'École Diderot et l'évolution des qualifications 1830-1972. Sociologie de l'enseignement technique français*. Paris : Technique & vulgarisation. S.A.

professionnels, est identique à celle qui avait présidé à l'élaboration des programmes des ENP au début du XX<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>.

Nature des épreuves	coefficient	option	
<b>Série Technique - première partie</b>			
<b>Écrit</b>			
Composition française	3		
Composition de sciences physiques	2		
Composition de mathématiques	2		
<b>Épreuve technique graphique</b>	<b>2</b>		
<b>Oral</b>			
Explication française	2		
Explication de langue vivante étrangère	3		
Interrogation d'histoire et de géographie	3		
Interrogation de mathématiques	2		
Interrogation de sciences physiques	2		
<b>Interrogation de technologie</b>	<b>2</b>		
Épreuve de musique ou épreuve de dessin	1	Facultatif garçons	
Épreuve d'éducation physique	1		
Épreuve de musique	1	Facultatif filles	
Épreuve d'enseignement ménager	1		
<b>Série Mathématiques et Technique - deuxième partie</b>			
<b>Écrit</b>			
Composition de philosophie	2		
Composition de mathématiques	3		
Composition de sciences physiques	2		
<b>Composition de technique graphique</b>	<b>2</b>		
<b>Oral</b>			
Interrogation de philosophie	1		
Interrogation d'histoire et de géographie	3		
Interrogation de mathématiques	4		
Interrogation de sciences physiques	3		
Interrogation de sciences naturelles	1		
Explication de langue vivante étrangère	1		
<b>Travail manuel et technologie</b>	<b>Travail manuel</b>	1	
	<b>Technologie</b>	1	
	<b>Option de spécialité : travail manuel et technologie</b>	2	Machine-outil, métaux en feuilles, fonderie ou menuiserie
Épreuve d'éducation physique	1	Facultatif garçons	
Épreuve de musique ou épreuve de dessin	1		
Épreuve d'enseignement ménager	1	Facultatif filles	
Épreuve de musique	1		

**Tableau 5-2 : nature des épreuves et coefficients  
du baccalauréat mathématiques et technique (1946-1950)**

<sup>1</sup> À découvrir dans le très bel ouvrage « de l'ENP au lycée technique. 1888 - 1988 », témoignage édité pour le bicentenaire du lycée technique d'Armentières.

Les programmes de la deuxième série applicables en juin 1947 sont publiés au BO n° 8 du 20 mars 1947. Les premières épreuves d'atelier qui se déroulent en 1947 (travail manuel et oral de technologie) sont calquées sur celles du concours des Arts et Métiers. Ce n'est qu'à partir de 1950 lorsque les problèmes matériels sont résolus (manque de machines outils, fraiseuses notamment) que les épreuves de la deuxième série deviennent spécifiques au baccalauréat mathématiques et technique avec la mise en place d'un tronc commun de mécanique générale et d'une option obligatoire (à choisir entre mécanique, fonderie, chaudronnerie, travail du bois).

### 5.6.5 Baccalauréat technique, de nouvelles propositions de la CGT

C'est ainsi qu'à la suite d'un chantage, l'enseignement technique obtient la création du bac technique aux contenus exorbitants. Les programmes sont alors contestés principalement par la CGT, et le litige porte sur les enseignements d'histoire et de sciences naturelles. La CGT du technique exprime dans sa revue<sup>1</sup> son refus « à faire avaler des manuels d'histoires et d'histoire naturelle en série ». Le second degré « lui impose actuellement un baccalauréat genre moderne auquel on se propose de ne rien enlever mais auquel on doit ajouter le dessin et l'atelier ».

Face à cette surenchère, la CGT propose un projet d'horaire sur sept ans (cf. tab. 5.3) qui couvrirait une formation de la classe de 6<sup>e</sup> nouvelle à la classe de terminale mathématiques et technique avec alignement des programmes sur ceux du second degré tout en étant compatibles avec ceux des Arts et Métiers. La formation se déroulerait dans un « lycée technique » annexé à une ENP. Outre les écoles d'Arts et Métiers, ce « cycle technique » aurait comme débouchés normaux les instituts de facultés et les capacités de licences de sciences appliquées (prévus par la commission Langevin).

#### Projet d'Horaire de Lycée Technique annexé à une E. N. P.

	6 <sup>e</sup> Nouv.	5 <sup>e</sup> Nouv.	4 <sup>e</sup> Nouv.	1 <sup>re</sup> Sup.	2 <sup>e</sup> Sup.	3 <sup>e</sup> Sup.	Math. Tech.
Français .....	6	5	5	5	4	4	3
Economie industrielle et sociale.....	—	—	—	—	—	—	2
Instruction civique et morale .....	1	1	1	—	—	—	—
Histoire et géographie .....	2 ½	2 ½	2	2	3	3	4
Langues vivantes .....	5	4	3	3	3	3	2
Arithmétique et algèbre .....	—	—	2	3	—	—	—
Géométrie .....	2	2	2	2	9	9	9
Mécanique .....	—	—	1	—	—	—	—
Chimie .....	—	—	2	1	—	—	—
Physique .....	—	—	1	1	3	3	6
Electricité .....	—	—	—	1	—	—	—
Séances d'observation .....	1 ½	1 ½	—	—	—	—	—
Dessin industriel .....	—	—	5	5	4	4	8
Travaux manuels, technologie ou divers.....	8	8	10	10	8	8	8
Education physique .....	2	2	2	2	2	2	2
Direction du travail et devoirs surveillés.....	6	8	2	3	2	2	2
	<u>34</u>	<u>34</u>	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>38</u>

Tableau 5-3: proposition de la CGT pour la préparation du baccalauréat technique en sept ans

<sup>1</sup> Non signé, cet article exprime le point de vue de la rédaction. (Mai 1947). SNET anonyme (1947). L'enseignement technique et la réforme du second degré. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 25, 20-22.

Dans le même temps, la CGT revendique le maintien des sections normales des ENP qui « *répondent à un besoin de formation de techniciens parfaitement définis et appréciés* » et le passage du temps de formation de quatre à cinq ans. L'idée générale est d'établir une nouvelle hiérarchie entre les établissements de l'enseignement technique (Belloc, 1947)<sup>1</sup>, avec d'un côté les simples collèges techniques où l'on apprend un métier, et de l'autre les Écoles nationales professionnelles (ENP) ainsi que certains gros collèges techniques, qui préparent aux fonctions de techniciens. Ces derniers, établissements mieux équipés et disposant de laboratoires d'essais, pourraient devenir de véritables lycées techniques susceptibles d'attirer « *par ses succès massifs [...] les éléments du classique et du moderne mal orientés* ». En nombre limité mais bien répartis sur le territoire, ils auraient alors vocation à devenir de grands centres de préparation au baccalauréat technique vers lesquels seraient orientés les meilleurs élèves du technique.

Certaines de ces propositions verront le jour, mais les réformes successives auront toutes pour effet de réduire les durées de la formation en retardant progressivement l'entrée des élèves dans le technique, et en diminuant régulièrement la part des horaires d'enseignement à caractère professionnel et technique.

## **5.7 Les enjeux du baccalauréat technique, entre mission et ambition**

Au fur et à mesure que se dessinent les contours du futur baccalauréat technique, ses missions, mais surtout ses ambitions se précisent. Sa concrétisation en 1946 révèle des enjeux considérables. De fait, le baccalauréat technique constitue le vivier de l'élite de l'enseignement technique et un outil de promotion tous azimuts, promotion de leurs titulaires en premier lieu, mais aussi promotion de l'enseignement technique et de sa valeur culturelle d'une part, d'une pédagogie nouvelle et d'un humanisme technique d'autre part.

### **5.7.1 La mission de l'enseignement technique : former la masse des travailleurs**

La mission de l'enseignement technique est de prendre en charge la grande masse des travailleurs du commerce et de l'industrie<sup>2</sup>. Ce besoin impose le développement de différents types d'établissement pour former le plus grand nombre de travailleurs à tous les échelons de la hiérarchie de la production industrielle. Cette mission justifie la structure verticale de l'enseignement technique et son réseau d'établissements organisés en filières.

En effet, la satisfaction des besoins en main-d'œuvre est assurée par la formation d'ouvriers qualifiés titulaires du CAP dans les centres d'apprentissage (CA), d'ouvriers très qualifiés, d'agents techniques et d'agents de maîtrise titulaires du BEI dans les collèges techniques (CT), de techniciens généralistes et cadres techniques titulaires du diplôme d'élève breveté dans les Écoles nationales professionnelles (ENP). Pour couronner cet édifice, l'enseignement technique forme des ingénieurs de production<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Belloc (1947). Unification ou hiérarchisation des établissements de l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 18-19.

<sup>2</sup> Seuls sont étudiés les enseignements relatifs à l'industrie.

<sup>3</sup> Encadrement, organisation de la production, conception des machines...

dans les Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) et dans quelques autres écoles plus spécialisées. Cette élite du technique est sélectionnée puis formée dans des sections spéciales des Écoles nationales professionnelles (ENP) qui préparent au baccalauréat technique.

Cependant, si dans ce contexte, la création du baccalauréat technique témoigne de la volonté d'aligner « *l'enseignement technique sur les autres ordres de l'enseignement* »<sup>1</sup>, il reste à lui trouver une place dans l'organisation verticale de l'enseignement technique et à lui fournir des élèves.

### 5.7.2 Le recrutement et la sélection à l'entrée du baccalauréat technique

Élaborées dans le cadre du plan Langevin, les « classes nouvelles » sont expérimentées progressivement dans le premier cycle du second degré entre 1945 et 1952 (Antoine Savoye, 2010)<sup>2</sup>. Ces classes qui veulent privilégier la pédagogie active (Marc-André Bloch, 1953)<sup>3</sup> ont la faveur de l'enseignement technique, une partie d'entre elles devant constituer le futur vivier des candidats au baccalauréat technique. En effet, à partir de la rentrée d'octobre 1947, les élèves qui entrent en quatrième nouvelle peuvent opter pour la série technique (Albert Buisson, 1947)<sup>4</sup> dans laquelle il sont prévues cinq heures de travail manuel et deux heures de dessin. Sans qu'il soit question d'apprentissage, les élèves bénéficient durant ces sept heures de connaissances générales et acquièrent de l'adresse dans les travaux pratiques. La confection d'une pièce mécanique conduit à déterminer le rôle de quelque organe, de quelque montage, d'analyser et de justifier les formes, d'étudier les matériaux ainsi que les notions de mesure, de contrôle et de comparaison<sup>5</sup>. L'emploi d'outils et l'analyse des phases de fabrication sont précédés par une analyse raisonnée. Il s'agit d'un travail manuel éducatif. Pour augmenter l'intérêt du travail des élèves, il est prévu d'établir des liaisons avec d'autres enseignements, notamment par la fabrication d'objets destinés aux manipulations qui accompagnent les études concrètes de sciences physiques. En effet, la construction d'objet est présentée comme l'occasion pour l'élève de se rendre compte des différences entre théorie et pratique (égalité des surfaces géométriques par exemple) et d'approcher quelques lois de la physique, par exemple lorsqu'ils perçoivent l'influence, sur certains matériaux, de paramètres tels que la température ou l'état hygrométrique de l'air.

Le succès semble au rendez-vous, à tel point que dès 1949, Albert Buisson, devenu directeur de l'enseignement technique, (1949)<sup>6</sup> est contraint de faire une mise au point et de revenir sur ce qu'il a écrit deux ans auparavant (*cf. supra*). En effet, il existe un risque d'orientations trop nombreuses des élèves qui sortent de troisième nouvelle vers le baccalauréat technique, alors que celui-ci doit être réservé aux meilleurs et à ceux qui

---

<sup>1</sup> Fongrenaud M. (1959). Le baccalauréat technique, conférence de l'IPET du 10 avril 1959. *L'enseignement technique*. 23, 25-32.

<sup>2</sup> Savoye Antoine (2010). *Langevin et l'expérience des classes nouvelles*. In Gutierrez Laurent & Kounelis Catherine (Dir.). Paul Langevin et la réforme de l'enseignement. Grenoble : PUG.

<sup>3</sup> Bloch Marc-André (1953). *La pédagogie des classes nouvelles*. Paris : PUF.

<sup>4</sup> *Op. cit.* Buisson Albert (1947). L'épreuve d'atelier au baccalauréat « Mathématiques et technique » et les travaux manuels éducatifs. *Technique Art Science*. 10, 14-19.

<sup>5</sup> Cette énumération fait songer à un véritable programme de technologie.

<sup>6</sup> *Op. cit.* Buisson Albert (1949). Un débouché pour les classes nouvelles : la formation des techniciens. *Technique Art Science*. 10, 1-4.

veulent poursuivre leurs études au-delà du baccalauréat. Cette demande d'orientation s'opère au détriment de la formation de technicien des sections normales des ENP et détourne de l'enseignement technique « *de bons esprits capables de s'épanouir grâce à une forme nouvelle de la culture* ». Le même discours est tenu très tôt par Fernand Canonge (1946a)<sup>1</sup> à propos des collèges techniques dont il rappelle que « *le but essentiel est de former des spécialistes de la profession [...] nous craignons que trop de maîtres et de chefs d'établissement ne soient captivés et trompés par le mirage du baccalauréat* ».

Ce problème se règle finalement de lui-même avec l'abandon des classes nouvelles en 1952. De nouveau, la sélection et le recrutement naturel des élèves vers les sections spéciales s'organisent à l'issue de la classe de seconde industrielle des ENP et de certains collèges techniques sur la base des résultats et du choix des élèves<sup>2</sup>. D'autres voies d'accès en classe première TM<sup>3</sup> sont offertes à quelques élèves par le biais de concours spéciaux ouverts aux élèves de seconde issus des cours complémentaires de l'enseignement primaire, ou à ceux issus de collèges et de lycées titulaires pour la plupart du brevet d'enseignement du premier cycle (BEPC), ainsi qu'exceptionnellement à de très bons élèves titulaires du CAP de dessinateur ou d'ajusteur. La sélection est indispensable car, comme le révèle un entretien avec un ancien élève d'ENP devenu inspecteur général<sup>4</sup>, « *le baccalauréat mathématiques et technique était très difficile* ». À la fin de la classe de première, les élèves passent le CAP de dessinateur ce qui constitue pour eux un entraînement à l'examen. Certains échouent car l'épreuve de dessin du CAP était également très difficile. Enfin, quelques très bons élèves des ENP, notamment parmi celles sans sections spéciales comme à Morez, passent le baccalauréat Mathématiques et technique en candidat libre. Ainsi, pour la direction de l'enseignement technique (Paul Le Rolland, 1948)<sup>5</sup>, le baccalauréat technique prépare à l'enseignement supérieur et permet de dégager une élite intellectuelle pour satisfaire aux besoins de l'industrie en cadres et ingénieurs possédant de solides connaissances techniques et théoriques.

### 5.7.3 Les débouchés pour une élite parmi l'élite

Le baccalauréat mathématiques et technique est un baccalauréat spécial dans la mesure où il couronne des études effectuées dans l'enseignement technique. Il doit, dans tous les domaines, « *faciliter le développement de la technique, c'est-à-dire des applications pratiques de la science [...] faire bénéficier l'économie nationale d'une formation qui sait allier l'exercice de la pure spéculation à l'application pratique de cette spéculation.*» (Paul Le Rolland, 1947a)<sup>6</sup>. Munis d'un tel baccalauréat technique, les élèves n'ont pas de souci concernant leur avenir, ils constituent désormais la nouvelle

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1946a). Baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 20, 14.

<sup>2</sup> Les élèves des collèges techniques et des ENP ont déjà subi une sélection à l'entrée en classe de 4<sup>e</sup>.

<sup>3</sup> Technique Mathématique (TM), le nom donné aux sections spéciales (ou théoriques) préparant au baccalauréat technique ou mathématiques et technique.

<sup>4</sup> Raoul Cantarel, Inspecteur général du ministère de l'Éducation nationale honoraire, vice-président national de l'AFDET depuis 2009 et ancien directeur du CERPET (Centre d'études pour la rénovation pédagogique de l'enseignement technique).

<sup>5</sup> *Op. cit.* Paul Le Rolland (1948). À propos du baccalauréat technique. Les disciplines techniques ont-elles une valeur culturelle. *Technique Art Science*, 4, 2-6.

<sup>6</sup> *Op. cit.* Paul Le Rolland (1947a). L'enseignement technique et la réforme de l'enseignement. *Technique Art Science*, 9, (éditorial).



élite de l'enseignement technique. Comme le rappelle Paul Le Rolland (1947a)<sup>1</sup> : « C'est pour reconnaître cette élite et lui permettre de s'affirmer, qu'en plein accord avec la commission de la réforme nous avons créé le 'baccalauréat technique'. ».

En effet, même s'il ouvre immédiatement les portes de l'industrie, le baccalauréat technique ne constitue pas une fin en soi. Rares sont les titulaires du baccalauréat qui choisissent la vie active. Les élèves passent majoritairement le concours des Arts et Métiers (environ 80 %). Certains préparent aussi les concours des écoles d'ingénieur plus spécialisées telles l'École supérieure d'optique ou d'horlogerie, l'École supérieure de l'automobile, l'ENSI de Strasbourg devenu INSA, l'École supérieure de céramique de Sèvres, tandis que d'autres suivent les classes préparatoires à l'ENSET<sup>2</sup> créées en 1946 à l'ENP Roosevelt à Reims ou à celle de la Martinière à Lyon. D'autres enfin, comme tout titulaire du baccalauréat, s'inscrivent en faculté ou aux concours d'entrée dans les grandes écoles et les instituts. Malgré les critiques qu'il a formulées à l'encontre du baccalauréat technique, son manque de technicité notamment, François Matray (1952)<sup>3</sup> lui reconnaît le grand mérite de faciliter l'articulation d'un enseignement technique du second degré, dispensé dans les ENP et certains gros collèges techniques, avec l'enseignement supérieur des d'Arts et Métiers et de l'ENSET.

Ainsi le baccalauréat technique offre-t-il à son titulaire plusieurs débouchés. La formation technique bien que très poussée, ne constitue pas le noyau essentiel du cycle pédagogique, ses horaires et ses programmes de formation générale lui donnent un caractère nettement théorique et intellectualisé. Dès lors, se côtoient au sein des Écoles nationales professionnelles (ENP), des gros collèges technique (CT) ou dans des établissements du même type que l'école Diderot à Paris, deux élites issues de l'enseignement technique (Yves Legoux, 1972)<sup>4</sup>. Dans ces établissements, les futurs bacheliers ont les mêmes professeurs et sont soumis à la même rigueur disciplinaire que leurs camarades du technique, les futurs techniciens dans l'industrie qualifiés de « *pur sang* »<sup>5</sup> par l'inspecteur principal de l'enseignement technique (IPET), Robert Janod (1974)<sup>6</sup>.

Si la principale originalité de ce baccalauréat du second degré est de se préparer dans des établissements de l'enseignement technique, elle constitue également une limite<sup>7</sup>. En effet, la véritable élite reste celle reconnue comme telle par les textes officiels<sup>8</sup>, destinée à suivre les classes de mathématiques ou de sciences expérimentales puis de mathématiques supérieures :

---

<sup>1</sup> *Op. cit.* Paul Le Rolland (1947a).

<sup>2</sup> Note du 26 juillet 1945. BO n° 41, p. 2847. Préparation aux concours d'admission à l'ENSET.

<sup>3</sup> Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : PUF.

<sup>4</sup> Legoux Yves (1972). *Du compagnon au technicien. L'École Diderot et l'évolution des qualifications 1830-1972. Sociologie de l'enseignement technique français*. Paris : Technique & vulgarisation. S.A.

<sup>5</sup> Terme utilisé pour qualifier une formation pratique très dense et très spécialisée permettant la prise en charge directe d'un poste de travail.

<sup>6</sup> Janod Robert (1974). L'évolution de l'enseignement technique dans l'enseignement secondaire public. De la loi Astier du 25 juillet 1919 à la loi d'orientation de l'enseignement technologique du 16 juillet 1971. *Technique Art Science*, 277-278, 5-72.

<sup>7</sup> Mais cette notion de limite peut être nuancée par la possibilité de promotion sociale que représente le baccalauréat technique pour les enfants issus de milieux défavorisés.

<sup>8</sup> Circulaire du 9 juillet 1946. BO n° 34 du 18 juillet 1946. Organisation de l'enseignement des disciplines scientifiques dans les classes de seconde et de première A et B.

« Il est rappelé que l'enseignement facultatif de mathématiques (une heure et demie) doit être réservé dans ces deux classes aux élèves bien doués, capables de fournir un travail supplémentaire, et désireux soit de poursuivre plus tard des études scientifiques [...], soit de compléter leurs connaissances scientifiques [...] cet enseignement facultatif ne peut être efficace que s'il est réservé à une élite.... »

Il faut attendre 1959<sup>1</sup> pour voir l'ouverture à Reims et à Lyon de sections préparatoires destinées à donner aux élèves du technique une formation qui leur permette de se présenter à un concours de recrutement spécial ouvrant accès à la plupart des grandes écoles (Polytechnique, Mines, Ponts, Centrale, ...). Une timide ouverture avait eu lieu en 1952<sup>2</sup> lorsque les élèves titulaires du baccalauréat mathématiques et technique purent faire acte de candidature au Prytanée militaire dans les classes préparatoires à Saint-Cyr (option sciences et option lettres).

#### **5.7.4 Le baccalauréat technique, outil de reconnaissance de la valeur culturelle de l'enseignement technique**

Dans sa quête de reconnaissance l'enseignement technique cherche à valoriser sa spécificité. Le baccalauréat technique apparaît alors comme une vitrine et un faire-valoir, et toutes les occasions sont bonnes pour mettre en avant la valeur culturelle des matières de l'enseignement technique.

Lorsque la direction de l'enseignement technique tire le bilan de l'année 1946 dans les colonnes de la revue *Technique Arts Science*<sup>3</sup>, elle insiste sur l'institution du baccalauréat technique en 1946 qui atteste « de sa volonté de rehausser la valeur culturelle des études poursuivies dans ses établissements, et en même temps de faire disparaître les barrières qui ont trop longtemps séparé l'enseignement technique des autres ordres d'enseignement. ». Ainsi pour Albert Buisson (1947)<sup>4</sup>, « toutes les discussions provoquées par la naissance du baccalauréat technique ont lieu sur ce point central : la part faite à la culture dans le technique ». Il tire argument de déclarations de parents d'élèves des lycées qui espèrent que la création de ce baccalauréat remédiera à « l'ignorance ahurissante de nombre de dirigeants en matière technique », ignorance qui aurait fait perdre la place que la France occupait dans le monde au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ces parents espèrent également que « l'enseignement technique va favoriser le développement d'une culture générale chez les techniciens subalternes et permettre l'accession aux postes supérieurs de l'État de jeunes gens ayant acquis un sens réel du concret ». Pour Paul Le Rolland (1948)<sup>5</sup>, directeur de l'enseignement technique, il faut « affirmer la valeur culturelle des disciplines techniques qui constituent la particularité du nouveau baccalauréat, et que l'on ne saurait, en aucune manière, séparer des disciplines

---

<sup>1</sup> Décret n° 59/897 du 30 juillet 1959. Organisation dans l'enseignement technique de sections préparatoires à un concours de recrutement spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs.

<sup>2</sup> Circulaire n° 2022/4 du 19 mars 1952. BOE.N. n° 14 du 3 avril 1952, p. 1113. Admission au Prytanée militaire. Titulaires du baccalauréat mathématiques et technique.

<sup>3</sup> Direction de l'enseignement technique (1947). L'enseignement technique au cours de l'année 1946. *Technique Art Science*, 6, 8-10.

<sup>4</sup> *Op. cit.* Buisson Albert (1947). L'épreuve d'atelier au baccalauréat « Mathématiques et technique » et les travaux manuels éducatifs. *Technique Art Science*. 10, 14-19.

<sup>5</sup> Le Rolland Paul (1948) À propos du baccalauréat technique. Les disciplines techniques ont-elles une valeur culturelle ? *Techniques Art Science*, 4, 2-6.

scientifiques »<sup>1</sup>. Il affirme également « que les disciplines spécifiquement techniques ont, sur le plan culturel, la même valeur, la même qualité, la même efficacité que les disciplines classiques et modernes ». Son argumentation repose principalement sur deux points. Premièrement, tout travail manuel, aussi modeste soit-il, nécessite une grande part d'intelligence, et deuxièmement, les matières comme la mécanique appliquée, la technologie, le dessin industriel généralement considérées comme faisant partie de la science appliquée peuvent être élevées à la dignité culturelle. Pour Georges Lenormand (1946)<sup>2</sup> chef de travaux graphiques à l'École nationale supérieure des Mines de Paris et professeur de dessin à l'École Dorian, « la technique graphique » qui remplace l'enseignement d'une deuxième langue donne au baccalauréat Mathématiques et technique un niveau de culture comparable au baccalauréat moderne. C'est ainsi que la création du baccalauréat technique fut selon l'inspecteur principal de l'enseignement technique Fongrenaud (1959)<sup>3</sup> « un acte de reconnaissance de la valeur culturelle de l'enseignement technique » et permit à l'enseignement technique de recevoir « ses véritables lettres de noblesse au sein de l'université ». Cette affirmation de la valeur culturelle des matières du technique est la marque d'une évolution. En effet, elle détonne avec les déclarations faites en son temps par Edmond Labbé<sup>4</sup>, directeur de l'enseignement technique : « Être utilitaire, c'est la raison d'être de l'enseignement technique ». La création du baccalauréat technique apparaît ainsi comme un fait majeur dans le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie. À la même époque, une autre revendication, plus politique, vise la reconnaissance d'un humanisme technique.

### **5.7.5 Un baccalauréat pour promouvoir une pédagogie nouvelle et un humanisme technique**

La Libération est le temps des « utopies pédagogique et démocratique, des prétentions à l'autonomie de l'enseignement technique » (Jean Lamoure, 2010)<sup>5</sup>. La création du baccalauréat technique s'inscrit dans des discours où « Humanisme technique et pédagogies nouvelles sont mobilisés pour une même finalité : la refondation de l'École, sa démocratisation ». Ces discours trouvent leurs origines dans la tradition d'avant guerre du Groupe français d'éducation nouvelle (GFEN) dont Roger Gal est le secrétaire général tandis que l'humanisme technique est pour une part l'héritier de l'humanisme scientifique.

---

<sup>1</sup> Exposé devant les membres des sections permanentes du conseil de l'enseignement du second degré et du conseil de l'enseignement technique, réunis le 8 novembre 1947, pour examiner les programmes de sciences au baccalauréat technique.

<sup>2</sup> Lenormand Georges (1946). Le dessin industriel, enseignement de culture. *Technique Art Science*. 11, 43.

<sup>3</sup> Fongrenaud M. (1959). Le baccalauréat technique, conférence de l'IPET du 10 avril 1959. *L'enseignement technique*. 23, 25-32.

<sup>4</sup> Edmond Labbé fut le premier directeur de l'enseignement technique (de 1920 à 1933) après le rattachement de celui-ci à l'instruction publique.

<sup>5</sup> Lamoure Jean (2010). *La revue Technique Art Science, 1944-1955 : entre pédagogie et disciplines (160-168)*. In Renaud d'Enfert & Pierre Kahn (Dir.). *En attendant la réforme Disciplines scolaires et politiques éducatives sous la IV<sup>e</sup> République*. Grenoble : PUG.

Ainsi, Roger Gal<sup>1</sup> (1946)<sup>2</sup>, lors du congrès de l'Éducation nouvelle, réclame-t-il une réelle démocratie « *où tout citoyen puisse jouer consciemment son rôle* ». Cela implique la formation des masses laborieuses, les quatre cinquièmes de la jeunesse appelée à recevoir une formation professionnelle. Mais dans les écoles professionnelles ou techniques, la nature des esprits des élèves « *moins intellectuels et verbeux* » et la nature même des travaux qui y sont réalisés exigent des méthodes nouvelles, une formation idéale qui unit les considérations théoriques et pratiques d'une éducation complète. Le développement de l'enseignement technique et professionnel est extrêmement important « *pour répondre, non seulement aux besoins économiques modernes, mais aussi aux besoins sociaux, politiques et simplement humains.* ». Une telle formation doit être aussi large et humaine que possible, ce qui suppose de retarder l'apprentissage, d'augmenter la part réservée à la culture générale et d'organiser une formation polyvalente. Prenant exemple sur la création en France d'un baccalauréat technique à côté des baccalauréats classiques et modernes, Roger Gal réclame « *de toute urgence d'arriver à concevoir et à réaliser pratiquement un humanisme technique conforme aux exigences modernes de la civilisation nouvelle qui se dessine en nos temps.* »

Ainsi, un peu à la façon dont la réforme de 1902 permet de promouvoir un humanisme scientifique, la création du baccalauréat technique est l'occasion pour l'enseignement technique d'obtenir la reconnaissance d'un humanisme technique qui reste cependant à inventer. À deux reprises la revue *Technique Art Science* propose de débattre de ce sujet dans ses colonnes. Le premier appel, intervient en 1947<sup>3</sup>, avec la question suivante :

« *L'Enseignement professionnel, l'Enseignement Technique peuvent-ils, à partir des intérêts, des activités, des disciplines qui leur sont propres, donner une culture de tout l'être humain, une formation pleine de l'homme, non seulement en tant que travailleur, mais aussi en tant qu'être pensant, sentant et voulant, individu personnel et social à la fois ? Un véritable humanisme technique, égal en valeur à l'humanisme traditionnel, et même supérieur par les valeurs nouvelles qu'il aura su intégrer à la culture et à une formation plus équilibrée de l'homme, mieux adapté aux nécessités modernes de la pensée et de la vie, est-il possible ?* »

Dans sa réponse, Roger Gal (1947)<sup>4</sup> raconte l'histoire des préjugés vis-à-vis de la formation professionnelle et technique, les faisant remonter aux :

«  *Grecs et Latins qui eux-mêmes tenaient en piètre estime celui qui travaillait de ses mains [...] cette opinion d'un peuple où la culture de quelques-uns n'était permise que par l'esclavage du plus grand nombre s'est transmise par les Romains à travers le Moyen Age et l'Éducation classique presque jusqu'à notre temps.* »

Ces préjugés séculaires sont encore bien présents dans l'esprit des maîtres et des parents qui hésitent à diriger les enfants vers l'enseignement technique. Roger Gal, qui est également membre du comité de rédaction de la revue *Technique Art Science*,

---

<sup>1</sup> Professeur agrégé à l'École normale supérieure de l'enseignement technique. Conseiller pédagogique détaché au ministère.

<sup>2</sup> Gal Roger (1946). Le dernier congrès de l'éducation nouvelle. *Technique Art Science*, 2, 9.

<sup>3</sup> Anonyme (1947). Nécessité d'un humanisme technique et professionnel. *Technique Art Science*, 2, 1.

<sup>4</sup> Gal Roger (1947). Nécessité d'un humanisme technique et professionnel. *Technique Art Science*, 2, 1-4.

condamne « *l'humanisme traditionnel étroit* » et se livre à un long plaidoyer pour un humanisme technique. Il préconise de mettre fin au divorce entre la pensée pratique et la pensée spéculative, l'idée et le réel ou l'action, la science et les lettres, la connaissance pure et la technique, pour lui :

« *Le travail de l'homme est tout imprégné d'esprit et témoigne de l'esprit ; il est assujéti à l'intelligence raisonneuse et, dans la technique, il est puissamment lié au calcul et à la raison constructive ; humain, il est fait pour servir l'homme ; il est ordonné au service de l'humanité [...] Comment ne pas voir que l'apport technique, scientifique et manuel est l'élément essentiel de l'humanisme nécessaire à notre temps et à l'épanouissement de l'humanité ?* »

L'humanisme technique est dans l'air du temps. Ainsi selon le secrétaire d'état à l'enseignement technique André Morice (1948)<sup>1</sup> : « *Partant de la profession, on peut arriver par une espèce de nouvel humanisme à 'faire bien l'homme et dûment'* ». Mais c'est dans le caractère hautement technique de la « *société moderne* » que M. Marty (1949)<sup>2</sup> voit « *un humanisme technique, humanisme intégral capable de concilier toutes les formes culturelles, et qui demain [...] réalisera l'union des classes* ». C'est cet humanisme que tente de réaliser l'enseignement technique par l'alliance intime de la pensée et de l'action. Il s'agit de réconcilier la technique et l'humain. En 1950, la revue *Technique Art Science* ouvre à nouveau ces colonnes et M. Lignière (1950), inspecteur d'académie y vante les vertus d'un humanisme technique, un humanisme nouveau dont un début de réalisation s'est concrétisé avec le baccalauréat technique. Il explique ainsi que le travail manuel, la possession d'une technique permettent de penser avec les mains, que ce mode d'expression confère une égale dignité à celui qui l'utilise que l'usage de la plume, de la parole, du pinceau ou de la musique. Il cite le philosophe André Cresson pour qui « *tout ce qui donne à l'individu l'occasion de chercher des idées et d'en faire la critique possède la même valeur formatrice* ». Pour Lignière, forcer un enfant à classer ses idées sur quelque sujet que ce soit (fabrication, dessin, problèmes d'arithmétique ou de mécanique) provoque « *les mêmes germes d'efforts et de progrès qu'occasionne l'étude du grec et du latin.* », vieilles humanités qu'il juge insuffisantes et dépassés.

Ainsi défini, l'humanisme technique est aux antipodes du taylorisme et du machinisme. Il est l'expression d'une volonté de reconnaissance de la part de l'enseignement technique mais aussi de ses professeurs, principalement ceux qui enseignent les matières spécifiques du technique.

---

<sup>1</sup> Morice André (1948). Promotion du travail. *Technique Art Science*, 4, 1.

<sup>2</sup> Marty M. (1949). Pour une réconciliation de la technique et de l'humain. *Technique Art Science*, 3, 1.

## 6. Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique, les nouveaux enjeux de l'enseignement technique

La création du baccalauréat technique apparaît comme un compromis puisqu'il est un baccalauréat moderne auquel sont ajoutées les matières qui forment le triptyque de l'enseignement technique et professionnel, c'est-à-dire la technologie, le dessin industriel et les travaux d'usinage à l'atelier. L'enseignement de ces trois matières spécifiques justifie la nature des tâches que les élèves sont appelés à effectuer à l'occasion de leurs différentes activités. C'est une nouvelle génération de professeurs, formés à l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET), qui va progressivement prendre en charge ces enseignements pour former les élèves qui représentent l'élite de l'enseignement technique et qui sont à l'époque destinés aux Écoles nationales d'ingénieurs d'Arts et Métiers (ENIAM).

### 6.1 Technologie, dessin industriel et travaux d'atelier : le triptyque de l'enseignement technique

Entre le début et la fin de la guerre, la réorganisation de l'enseignement technique, entamée par la transformation en 1941<sup>1</sup> des sections techniques des Écoles primaires supérieures<sup>2</sup> (EPS) et des Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) en collèges techniques (CT) est poursuivie par la création des centres d'apprentissages en 1944. Cette nouvelle organisation pédagogique s'accompagne d'une redéfinition des matières d'enseignement. Le dessin industriel (ou dessin technique), la technologie et les travaux d'usinage (ou travaux d'atelier) deviennent les trois matières spécifiques et communes enseignées à tous les niveaux de l'enseignement technique. La mécanique industrielle est à la base de ces trois enseignements. Ainsi, malgré des différences d'approche et d'approfondissement, ce triptyque qu'Antoine Léon (1961)<sup>3</sup> a nommé « *les disciplines professionnelles* » constitue un enseignement commun à l'élève qui prépare un CAP industriel et à celui qui prépare son diplôme d'ingénieur des Arts et Métiers. Le baccalauréat technique n'échappe pas à la règle, ses programmes techniques et les épreuves d'examens correspondantes sont en effet alignés sur ces trois matières.

#### 6.1.1 Le triptyque de l'enseignement technique

L'inspecteur général de l'enseignement technique (IGET) Constant désigne l'ensemble « *dessin, technologie et profession* » (cité par François Matray, 1952)<sup>4</sup> comme le « *trinôme qui domine toutes les techniques et anime les arts industriels* » (Constant, 1950)<sup>5</sup>. Mais c'est l'inspecteur général de l'enseignement technique (IGET) Montagnan

---

<sup>1</sup> Loi du 15 août 1941. L'information universitaire. Edition spéciale du 6 septembre 1941, 1036, 2. Organisation générale de l'enseignement public (dite loi Carcopino). *Op. cit.*

<sup>2</sup> Les Écoles primaires supérieures sont transformées en collège moderne.

<sup>3</sup> Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF.

<sup>4</sup> Cité par Matray (1952, p. 103). Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 1<sup>re</sup> édition. Paris : PUF.

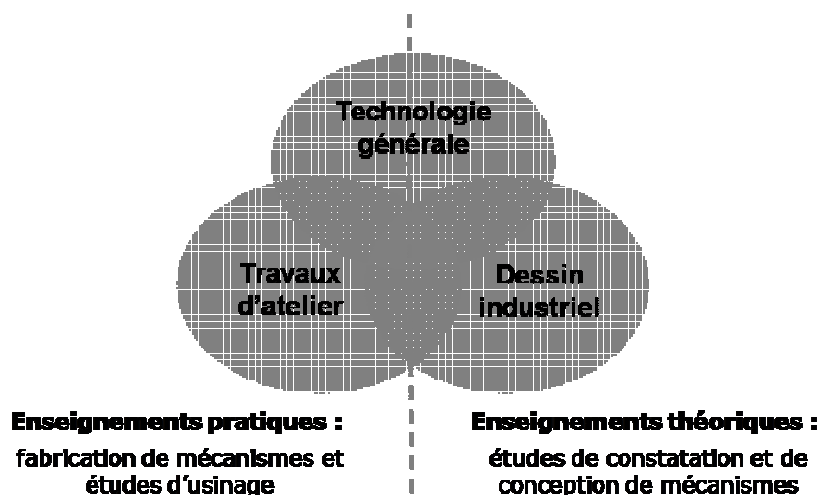
<sup>5</sup> Constant M. (1950). L'ingénieur doit-il savoir dessiner ? *Technique Art Science*, 5, 29.

qui propose une nouvelle doctrine en 1947<sup>1</sup> fondée sur les trois « *disciplines essentielles* » qui font l'originalité et la vertu de l'enseignement technique :

« *Le dessin, la technologie, et les travaux manuels sont trois matières fondamentales de l'enseignement technique industriel [...] elles constituent un ensemble indissociable. Aussi l'étude de l'une ou de l'autre ne peut se faire qu'à la lumière des deux autres.* »

Ainsi, si l'on prend pour exemple le cas d'une boîte de vitesses d'automobile<sup>2</sup>, les élèves suivent des cours de technologie qui consistent en l'étude des matériaux, des principes fondamentaux de la mécanique industrielle<sup>3</sup>, des aspects théoriques et des calculs nécessaires pour concevoir et fabriquer la boîte de vitesses. En dessin industriel, ils découvrent la technique de représentation graphique normalisée des différentes pièces de la boîte de vitesses. À l'atelier, les élèves apprennent à usiner, c'est-à-dire à fabriquer à l'aide d'outils à main et de machines-outils certaines des pièces de la boîte de vitesses qu'ils ont dessinées (le détail de chacune de ces matières est donné *infra* § 6.3 à 6.5).

La technologie de l'enseignement technique de 1945 n'est pas une discipline telle qu'on la connaît à partir des années 1980 au collège, c'est-à-dire un enseignement général et désintéressé. D'ailleurs, aucune des trois matières, atelier, dessin et technologie, ne constitue une discipline, elles sont considérées comme des enseignements de statut mineur (*cf.* § 2). Ces trois matières intimement liées constituent cependant le champ disciplinaire de l'enseignement technique industriel. La figure 6.1 représente de manière simplifiée ce champ disciplinaire tel qu'il existe au milieu des années 1940.



**Figure 6-1 : représentation simplifiée du triptyque (ou champ disciplinaire) de l'enseignement technique industriel en 1945**

<sup>1</sup> Montagnan H. (1947). Dessin, technologie, travaux manuels. *Technique Art Science*, 4, 29.

<sup>2</sup> L'automobile est un des secteurs de l'industrie mécanique en pleine expansion après la guerre.

<sup>3</sup> En opposition avec la mécanique des physiciens.

Cette figure met en relation les matières de l'enseignement technique et la nature des tâches que les élèves sont amenés à effectuer durant leur scolarité selon qu'ils suivent un enseignement technique théorique ou pratique. Le chevauchement des matières appelle cependant des explications.

### 6.1.2 Nature des tâches demandées aux élèves

La distinction entre enseignements pratiques et enseignements théoriques se justifie autant par les tâches que les élèves exécutent (tantôt manuelle, tantôt intellectuelle) que par l'existence de professeurs différents pour prendre en charge ces enseignements. Il n'existe cependant pas de coupure nette entre les deux types d'enseignement. Ainsi l'usinage d'une pièce sur une machine-outil peut être précédé, à l'atelier, du choix de la machine et des outils à utiliser, de la recherche des réglages appropriés au travail à réaliser, etc. De la même façon, la réalisation du dessin d'une pièce peut être précédée du démontage d'un ensemble mécanique ou nécessiter des prises de mesures à l'aide d'appareils de métrologie.

Cet exemple permet de préciser la différence fondamentale entre étude de constatation<sup>1</sup> et étude de conception, étant précisé que le mot constatation est un mot « moderne » non utilisé en 1945<sup>2</sup>. Conception et constatation représentent deux tâches, différentes mais complémentaires, fréquemment demandées aux élèves. Les connaissances<sup>3</sup> mises en jeu ne sont pas de même nature. Il s'agit pour les élèves soit d'observer, de démonter ou de reproduire les formes d'un ensemble mécanique existant (ou d'une simple pièce) soit « *de prévoir... de choisir ... de déterminer...* » (Annexe 6-1)<sup>4</sup> dans le but de modifier ou de créer une pièce ou une partie d'une pièce à partir de données fournies par le professeur. La conception s'adresse davantage aux futurs techniciens et ingénieurs tandis que la constatation est plutôt réservée aux formations de base. De la même façon, l'étude de fabrication peut faire appel à des activités de constatation par observation du professeur par exemple ou être davantage en lien avec de la conception lors de la réalisation d'un montage d'usinage<sup>5</sup> ou le choix de l'outillage par exemple.

Si ces trois matières s'interpénètrent, elles n'en possèdent pas moins des spécificités qu'il est important de connaître pour bien comprendre leur mutation à venir. En effet, leur évolution respective s'inscrit dans un processus qui va progressivement les faire se fondre dans un unique enseignement qui prendra le nom de Technologie industrielle puis de Sciences de l'ingénieur.

---

<sup>1</sup> L'étude de constatation n'existe pas dans l'industrie (sauf dans le cas de l'apprentissage). Il s'agit en effet d'une activité pédagogique destinée à apprendre par observation et reproduction, des schémas, des dessins, des gestes professionnels.

<sup>2</sup> Le terme constatation est utilisé à partir de 1968 (cf. § 8.3.5.).

Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31.

<sup>3</sup> À partir des années 1990 on aurait dit « compétences ».

<sup>4</sup> Annexe 6 : sujet de technique graphique, académie de Lille, juin 1946.

MEN (1947). Épreuves de dessin technique. (Ministère de l'Éducation nationale). *Technique Arts Science*, 10, 62.

<sup>5</sup> Bridage de la pièce sur la machine-outil assurant une parfaite immobilité et ne devant pas entraver le passage de l'outil.



## 6.2 Le dessin technique

Le dessin technique ou dessin industriel est un type particulier de graphisme technique (annexe 6-2)<sup>1</sup>. Il est utilisé pour la conception des systèmes mécaniques (ensembles mécaniques articulés ou mécanismes) et la fabrication des pièces qui composent ces systèmes. Un article dans la revue de l'AFDET<sup>2</sup> est l'occasion pour L'inspecteur général de l'enseignement technique Loisy (1943, 1944)<sup>3</sup> de rappeler à deux reprises les instructions figurant dans les programmes des Écoles nationales d'Arts et Métiers : « *les dessins sont avant tout des documents destinés à commander, éclairer, et guider l'exécution d'appareils simples ou complexes* ». En 1948, dans la « doctrine » établie par la Direction de l'enseignement technique (brochure DET, 1949)<sup>4</sup>, le message est plus direct : « *Le dessin est un ordre donné aux ateliers.* ».

### 6.2.1 Les origines et les appellations du dessin industriel

Les premières traces d'épures<sup>5</sup> de bâtiment ont été retrouvées lors de fouilles réalisées en Égypte et datent de plusieurs siècles avant Jésus-Christ (Yves Deforge, 1981)<sup>6</sup>. Des croquis de machines volantes de Léonard de Vinci aux plans de l'Airbus A380, entièrement réalisés sur ordinateurs par des équipes disséminées à travers le monde, la technique graphique a considérablement évolué. Le dessin s'est développé comme un langage graphique. En 1853, le programme des classes de mathématiques spéciales commun avec le programme de connaissances exigé pour l'admission à l'École polytechnique et à l'École normale, prévoit l'étude du dessin linéaire ou dessin géométrique. Le programme précise : « *Le dessin est une langue que les élèves de la section scientifique ne peuvent ignorer.* » (Bruno Belhoste, 1995)<sup>7</sup>.

La technique graphique utilisée dans l'industrie est désignée différemment au cours du temps : dessin linéaire<sup>8</sup> ou dessin géométrique, dessin de machine, dessin appliqué

---

<sup>1</sup> Annexe 6 : points de repères susceptibles de préciser la notion de graphisme technique.

Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, n° 48, 39-62.

<sup>2</sup> Association française pour le développement de l'enseignement technique.

<sup>3</sup> Loisy A. (1943). Considérations générales sur l'enseignement du Dessin dans les Écoles formant des Ingénieurs Mécaniciens. *L'enseignement technique*, 59, 60, 61, 9-10.

Loisy A. (1944). Considérations générales sur l'enseignement du Dessin dans les Écoles formant des Ingénieurs Mécaniciens. *L'enseignement technique*, 62, 63, 64, 16-17.

<sup>4</sup> Extrait de la « Brochure » fixant dans le domaine de l'enseignement technique la doctrine et les instructions de la Direction de l'Enseignement Technique. Datée du 1<sup>er</sup> octobre 1948, sa publication sera étalée sur trois numéros de la revue *Technique Art Science* (juillet et décembre 1949, janvier 1950) puis réédité, en 1954 par le CNDP (79 F.D.).

Brochure DET, direction de l'enseignement technique (1949a). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique. *Technique Art Science*, 1, 61-63. Brochure DET, Direction de l'enseignement technique (1949b). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique (suite). *Technique Art Science*, 3, 61-64. Brochure DET, direction de l'enseignement technique (1949c). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique (suite et fin). *Technique Art Science*, 4, 62-64.

<sup>5</sup> Terme d'architecture et de géométrie : « *Représentation, sur un plan, des points et lignes situés dans l'espace et appartenant à un corps de forme déterminée...* » (Littré, 1872). Littré Émile, (1872). *Le Littré en 4 volumes sur CD Rom*. Paris Redon.

<sup>6</sup> Deforge Yves (1981). *Le graphisme technique, son histoire et son enseignement*. Seyssel : Champ Vallon.

<sup>7</sup> Belhoste Bruno. (1995). *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome I : 1789 -1914*. Paris : INRP et Economica.

<sup>8</sup> D'Enfert Renaud (2003). *L'enseignement du dessin en France: figure humaine et dessin géométrique, 1750-1850*. Paris : Belin.

aux industries constructives<sup>1</sup>, et plus récemment, dessin technique, dessin de construction, dessin industriel, dessin de construction mécanique et parfois plus simplement construction mécanique. La géométrie descriptive, enseignée par un professeur de mathématiques, est au programme des écoles techniques, elle diffère cependant du dessin technique car elle n'entretient pas de liens étroits avec la technologie.

### 6.2.2 Une langue au service de l'industrie mécanique

En 1913, Edmond Labbé et Pierre Beauvais<sup>2</sup> (1913)<sup>3</sup> rédigent une « *brochure* » que Labbé qualifie dans la préface de « *manuel du dessinateur industriel* ». Il crée ainsi un genre littéraire qui fera florès. La préface précise le but de l'ouvrage, c'est-à-dire faire connaître les principes et conventions en usage dans le dessin de machines (annexe 6-3)<sup>4</sup>, et pratiqués par les grandes maisons de constructions mécaniques<sup>5</sup>. Le but est que le dessin soit, « *selon la formule, une langue universelle* ». Edmond Labbé devenu directeur de l'enseignement technique, publie en 1921<sup>6</sup>, en collaboration avec un inspecteur général de l'enseignement technique et un professeur à l'école d'Arts et Métiers de Lille des conseils pédagogiques pour l'enseignement du dessin industriel. Mais c'est en 1925, à l'issue de trois jours de conférence qu'est publié, sous la direction de l'inspecteur général de l'enseignement technique (IGET) Antoine Druot (1925)<sup>7</sup>, un document devant servir de référence à l'attention des professeurs<sup>8</sup>. Le compte rendu de ce qui s'apparente à un congrès précise :

« *comment on doit former, à l'aide du Dessin, l'ingénieur-mécanicien, le technicien, le contremaître et l'ouvrier dont l'industrie a besoin [...] comment le Dessin doit s'enseigner dans les Écoles d'Arts et Métiers, les Écoles nationales professionnelles, les Écoles pratiques, les Écoles de Métiers et les Cours professionnels.* »

Quelques années plus tard, Georges Lenormand (1949)<sup>9</sup> définit le dessin technique comme un langage technique rationnel et international que l'on peut comprendre, lire et écrire, comparable à une langue dotée d'une grammaire (des conventions de représentation, des normes). L'étude du dessin industriel fait appel à des connaissances d'ordre théorique (mathématiques et mécanique) et d'ordre pratique (technologie des matériaux, principe d'usinage...). Pour Lenormand, le dessin technique

---

<sup>1</sup> Druot Antoine (1925). *Le dessin industriel dans les écoles techniques. Compte rendu des travaux de la Semaine du Dessin*. Paris : Delagrave. (Druot est IGET)

<sup>2</sup> Labbé est alors inspecteur général de l'enseignement technique (il deviendra le premier directeur général de l'enseignement technique en 1920), Beauvais est professeur à l'école d'Arts et métiers de Lille.

<sup>3</sup> Labbé Edmond, Beauvais Pierre (1913). *Principes et conventions en usage dans le Dessin de Machines*. Paris : Delagrave.

<sup>4</sup> Annexe 6 : le dessin de machine

<sup>5</sup> Dont Le Creusot et Peugeot parmi les plus connues.

<sup>6</sup> Labbé Edmond, Druot Antoine, Loubignac, M. (1921). *Enseignement du dessin industriel – conseils pédagogiques*. Paris : Eyrolles.

<sup>7</sup> Druot Antoine (1925). *Le dessin industriel dans les écoles techniques. Compte rendu de la semaine du dessin du 28 juillet au 2 août 1924*. Paris : Delagrave.

<sup>8</sup> Selon Mennessier (1949), chargé de cours à l'ENSET, ces travaux serviront de base à l'élaboration des programmes de dessin des collèges techniques.

Mennessier H.L. (1949). L'enseignement du dessin industriel dans les collèges techniques. *Technique Art Science*, 5, 70-72.

<sup>9</sup> Lenormand Georges (1946) Le Dessin industriel enseignement de culture. *Technique Art Science*, 2, 43.

développe les facultés, il est un moyen d'exprimer ses idées, un moyen de culture humaine au sens plein du terme, ce que Abraham Moles (1981)<sup>1</sup> définit comme une « *intellectualité graphique* ». Ainsi, « *langage pour l'ingénieur* » selon Victor Denniée (1852)<sup>2</sup> ou « *langue des ouvriers* » pour l'inspecteur général de l'enseignement technique (IGET) Julien Fontegne (1949)<sup>3</sup>, « *La technique graphique est la langue des techniciens qui ne peuvent s'exprimer autrement que par des schémas et des croquis* » (Peyratout, 1955)<sup>4</sup>. Dans un article qui passe en revue les caractéristiques essentielles de l'enseignement du dessin, Mennessier (1947)<sup>5</sup>, chargé de cours à l'ENSET, résume toute l'importance qu'il faut accorder à son enseignement :

« *Le dessin industriel doit être considéré comme une langue particulière (celle de l'ouvrier, du contremaître et de l'ingénieur) qui doit permettre aux techniciens de construction mécanique, soit de composer un dessin, soit de lire ou discuter un dessin. [...] Il faut donc enseigner cette langue au dessinateur débutant au point de vue de sa 'grammaire', de son 'écriture' et de sa 'lecture', comme au point de vue de l'expression de ses idées ou de sa 'composition'. [...] Un parallélisme frappant s'établit ainsi entre la langue maternelle et le dessin industriel...* »

### 6.2.3 Différents types de dessins industriels

Il existe trois types fondamentaux de dessin industriel : le dessin d'ensemble, les dessins intermédiaires et le dessin de définition. Les dessins intermédiaires et de définition sont cotés en vue de la fabrication. Chaque type de dessin est utilisé en fonction de besoins spécifiques :

- le dessin d'ensemble (annexe 6-4)<sup>6</sup> « *groupe différentes pièces représentées en position de montage [...] une nomenclature fournit les renseignements généraux (matières, élaboration) concernant chaque pièce.* » (André Bru, 1950)<sup>7</sup>. Ce dessin est réalisé au moment de la conception de l'ensemble mécanique à fabriquer. Il permet également, a posteriori, d'étudier un mécanisme pour d'éventuelles modifications ou à des fins pédagogiques ;
- le dessin de définition (annexe 6-5)<sup>8</sup>, ou dessin de définition de produit fini « *véritable contrat qui permettra de juger si la pièce qui va être fabriquée est*

---

<sup>1</sup> Moles Abraham (1981). *Préface*. In Yves Deforge. Le graphisme technique, son histoire et son enseignement. Seyssel : Champ Vallon.

<sup>2</sup> Denniée Victor, (1852). De l'enseignement professionnel (1762-1852). Paris : toute librairie.

<sup>3</sup> Préface de Sébire & Navet (1949) datée de 1941. Sébire, L., Navet, A. (1949). *Résumés de technologie Métiers du fer. 3<sup>e</sup> édition*. Verneuil : Ozanne.

<sup>4</sup> Professeur au collège technique Claude Lebois à Saint-Chamond. Peyratout, M. (1955). Le baccalauréat technique. *L'enseignement technique. 5*, 35-38.

<sup>5</sup> Mennessier H.-L. (1949). L'enseignement du dessin industriel dans les collèges techniques. *Technique Art Science. 5*, 70-72.

<sup>6</sup> Annexe 6.8 : dessin d'ensemble.

Lenormand Georges, Mignée Raymond (1950). *Technologie de construction. Tome 2*. Paris : Foucher.

<sup>7</sup> Bru André (1950). *Cours général de dessin industriel*. Paris Dunod. (André Bru est Ingénieur Arts et Métiers, licencié ès lettres, ancien élève de l'ENSET).

<sup>8</sup> Annexe 6 : dessin de définition

De Vries Erica (2006). *Représentation et technologie en éducation. Mémoire HDR (2)*. Université Pierre Mendès France. Laboratoire des sciences de l'éducation.

*apte à remplir ses fonctions. Toute pièce non conforme au dessin devra être rejetée comme inapte à l'emploi.* » (Fernand Canonge, René Duceel, 1969)<sup>1</sup> ;

- les dessins intermédiaires, réalisés à partir du dessin de définition, définissent les différentes étapes pour passer de la matière brute à la pièce désirée. Ces différentes étapes sont rendues nécessaires soit pour changer de type de machine en cours de fabrication, soit parce que la réalisation de la pièce réclame un grand nombre d'opérations. Les dessins intermédiaires sont réalisés selon le même principe que le dessin de définition.

### 6.3 La technologie

De la fin du XIX<sup>e</sup> siècle au début du XX<sup>e</sup> siècle la technologie industrielle ou science des arts industriels (du grec *Tekhnologia*, de *tekhnê*, art, et *logos*, doctrine.)<sup>2</sup> couvre différents domaines : la mécanique industrielle<sup>3</sup> ou construction mécanique, les ouvrages d'arts ou construction métallique, l'électricité industrielle ou construction électrique.

L'enseignement de la technologie est introduit dans le « *programme scientifique de l'enseignement* » spécial des collèges royaux et communaux en 1849 (Belhoste, 1995)<sup>4</sup>. Elle est inscrite aux « *programmes des cours* » des Écoles nationales d'Arts et Métiers en 1885<sup>5</sup>, et y apparaît comme des « *leçons de technologie données dans les ateliers* » (programme 14) et « *des leçons de technologie données dans les cours de dessin* » (programme 15). Dans les Écoles nationales professionnelles, dès leur origine en 1903, la technologie apparaît classée parmi l'enseignement technique théorique dans les programmes des cours. Ainsi dans l'enseignement technique, l'enseignement de la technologie est d'abord réservée à l'élite des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des Écoles nationales des Arts et Métiers (ENAM). Jusqu'en 1941, les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) qui forment le plus grand nombre d'élèves se contentent du dessin et des travaux d'atelier. C'est en 1945, que les programmes des nouveaux collèges techniques (ministère de l'Éducation nationale, 1945)<sup>6</sup> intègrent la technologie et notamment la technologie professionnelle (*cf. infra* § 6.3.3.), offrant un nouveau visage à la technologie tournée résolument vers la conception.

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand, Duceel René (1969). *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris : PUF.

<sup>2</sup> Littré Émile (1872). *Technologie*. Le Littré en 4 volumes sur CD Rom. Paris : Redon.

La technologie peut se traduire ici par l'art de la construction industrielle. Ses deux phases principales sont la conception intellectuelle et la réalisation matérielle.

<sup>3</sup> Par opposition à la mécanique des physiciens.

<sup>4</sup> Belhoste Bruno. (1995). *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome I : 1789 -1914*. Paris : INRP et Economica.

<sup>5</sup> A.N. F17/14319. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et télégraphes, (non daté). Comité d'enseignement industriel. Révision des programmes des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Rapport au conseil de perfectionnement.

A.N. F17/14319. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et télégraphes. (1897). Programmes des cours des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Paris : Imprimerie nationale.

<sup>6</sup> Ministère de l'Éducation nationale. (1945). *Programmes des études dans les collèges techniques d'industrie pour jeunes gens*. Paris : Imprimerie nationale.

La création des centres d'apprentissage (CA) est également l'occasion d'introduire l'enseignement de la technologie professionnelle ou technologie de fabrication (*cf. infra* § 6.3.2.) au niveau élémentaire de l'enseignement technique<sup>1</sup>.

Ainsi, à tous les niveaux de l'enseignement technique, l'enseignement de la technologie se décline selon trois axes et apparaît comme assurant le lien et la prise en charge théorique de chacune des matières du champ disciplinaire de l'enseignement technique.

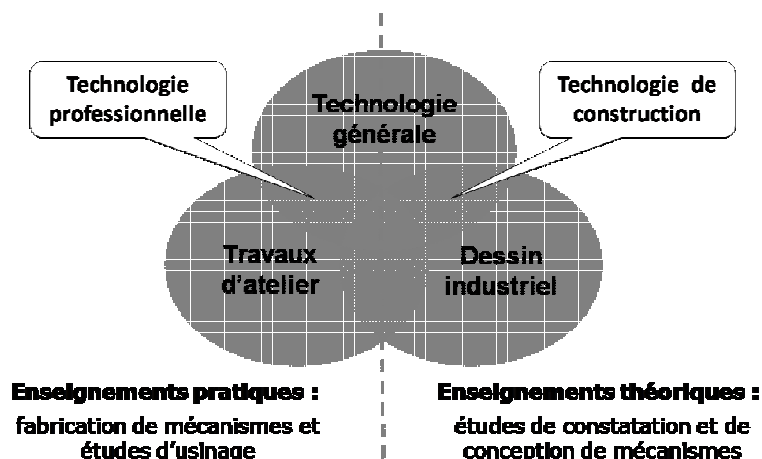


Figure 6-2 : représentation du champ disciplinaire de l'enseignement technique industriel en 1945

### 6.3.1 La technologie générale héritière des Écoles primaires supérieures

Jusqu'à la parution des nouveaux programmes des collèges techniques, entre 1945 et 1947<sup>2</sup>, deux reproches sont adressés à un enseignement de la technologie qui ne permet pas de développer des connaissances techniques approfondies<sup>3</sup>.

Le premier est que l'enseignement de la technologie se résume à la présentation d'un simple catalogue de solutions à des problèmes techniques répertoriés. Il s'agit en général de classifications descriptives ou d'ensemble de planches de dessins représentant les divers organes de machines<sup>4</sup> mis en œuvre dans l'industrie mécanique et qu'il faut apprendre à reconnaître et à reproduire. L'inspecteur général de l'enseignement technique Montagnan (1947)<sup>5</sup> décrit cette technologie comme « *un ensemble hétéroclite, fragmentaire à l'excès et qui s'apparente étrangement au formulaire et au recueil de recettes culinaires.* ».

Le second est que, quand il s'agit des programmes des École primaires supérieures (EPS), les cours se résument à des notions ou des éléments de technologie et s'apparentent à une revue de matériels de produits et de procédés (Jean-Louis

<sup>1</sup> Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Sous direction de l'apprentissage. (1945). Instruction sur les programmes et les méthodes des centres d'apprentissages de garçons.

<sup>2</sup> Programmes dans les collèges techniques d'industrie de jeunes gens. (1945). Paris : Foucher. Programmes dans les collèges techniques d'industrie de jeunes filles. (1947). Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Cette critique est aussi valable dans l'enseignement technique supérieur voir, Henry Le Chatelier (1947, p. 275). Le Chatelier Henry (1947). *De la méthode dans les sciences expérimentales*. Paris : Dunod.

<sup>4</sup> Cf. annexe 6.

<sup>5</sup> Montagnan, H. (1947). Dessin, technologie, travaux manuels. *Technique Art Science*, 4, 29.

Martinand, 2003)<sup>1</sup>. Les manuels sont largement illustrés (annexe 6-6)<sup>2</sup> mais restent généraux. Ils présentent différentes industries orientées pour les garçons sur les industries extractives, l'alimentation, le logement, l'imprimerie... (Messenger, 1935a)<sup>3</sup> ou sur les industries du vêtement et d'industries diverses, complétées de résumés de connaissance physiques pour les filles (Messenger, 1935b)<sup>4</sup>. Ce type d'ouvrage disparaît avec les Écoles primaires supérieures, le dernier semble être celui édité après la guerre par Pierre Dunod (1948)<sup>5</sup>. Celui-ci propose des généralités pour les techniciens « *sur les industries de l'énergie et du transport et sur les industries extractives préparatoires et de transformation.* », mais seul le mot technicien apparaît comme une nouveauté. Ainsi, la technologie générale se recentre sur l'étude des matériaux utilisés en mécanique et les principes généraux d'usinage et d'obtention de pièces. Maurice Souchois (1949)<sup>6</sup>, Ingénieur des Arts et Métiers et chef de travaux à l'ENP de Nantes, livre dans la revue *Technique Art Science* ses réflexions face à l'impossibilité de l'enseignement total de la technologie. Il préconise pour le baccalauréat technique une technologie générale plus stable que la technologie documentaire. Il s'agirait « *de coiffer la partie documentaire d'une technologie générale analogue à la chimie, la géographie ou l'histoire générale* », c'est-à-dire une technologie basée sur les idées. Mais ce travail, précise-t-il, reste à faire.

Dans les établissements, cet enseignement, assuré par les chefs de travaux, laisse une place au développement de la technologie professionnelle et de la technologie de construction mécanique.

### 6.3.2 La technologie professionnelle ou technologie d'atelier

La « *technologie professionnelle* »<sup>7</sup> est définie dans le programme des collèges techniques<sup>8</sup>, comme « *sciences des métiers* ». Intimement liée aux travaux d'atelier, elle en suit l'évolution et se renouvelle sans cesse « *au contact des progrès industriels : inventions, méthodes, procédés et matériaux nouveaux* ». La technologie professionnelle se divise d'une part en « *technologie professionnelle générale* » et « *technologie professionnelle spéciale* ». Dans les cours de technologie professionnelle générale, les élèves étudient les notions générales sur les métiers, les produits, les outillages, les machines et les procédés de travail employés dans les ateliers. En technologie professionnelle spéciale, les thèmes sont identiques à ceux de la technologie professionnelle générale mais les contenus sont spécifiques au métier particulier étudié par l'élève : mécanicien-tourneur, fraiseur, ajusteur, électricien, fondeur, chaudronnier, menuisier, ébéniste, modeleur. L'enseignement de la technologie professionnelle est assuré par les maîtres d'atelier.

---

<sup>1</sup> Martinand Jean-Louis (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France. Problèmes de Didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences des mathématiques et de la technologie*, 3, 1, 101-116.

<sup>2</sup> Annexe 6 : illustrations de manuels de technologie d'École primaire supérieur (EPS)

<sup>3</sup> Messenger G. (1935a). *Éléments de technologie*. 12<sup>e</sup> édition. Paris : Belin.

<sup>4</sup> Messenger G. (1935b). *Notions de technologie*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Belin.

<sup>5</sup> Dubois Pierre (1948). *Généralités technologiques*. Paris : Dunod.

<sup>6</sup> Sauchois Maurice (1949). Réflexions sur la technologie générale et son enseignement. *Technique Art Science*, 1, 58-60.

<sup>7</sup> La technologie professionnelle se rencontre sous plusieurs appellations selon les métiers ou les niveaux de l'enseignement technique : technologie professionnelle générale, technologie professionnelle spéciale ou de spécialité ou technologie de spécialité, ou encore technologie pratique, technologie de fabrication.

<sup>8</sup> *Op. cit.*

### 6.3.3 La technologie de construction mécanique, l'élévation et la scientification de l'enseignement technique moyen

Les nouveaux « *programmes des études* » des collèges techniques d'industrie stipulent que l'enseignement de la « *technologie de construction* » est donné sur les heures de cours du dessin industriel. Domaine très étendu, la technologie des constructions mécaniques porte sur les réalisations connues et appliquées de construction mécanique. Elle s'appuie sur l'étude des matières premières utilisées en mécanique, l'utilisation raisonnée des connaissances<sup>1</sup> acquises dans les autres enseignements et l'étude critique des organes de machines. Ces deux derniers points sont des nouveautés dans les programmes des collèges techniques et attestent d'une élévation importante du niveau de la formation technique théorique qui se rapproche ainsi de celui des Écoles nationales professionnelles et préfigure leur rapprochement.

Les connaissances techniques et professionnelles sont utilisées pour la conception des organes de machines dans le but de les fabriquer le plus économiquement possible aux ateliers. Les connaissances scientifiques sont utilisées pour effectuer le choix des matériaux, l'agencement cinématique et mécanique des organes et l'application de formules en vue de la détermination des dimensions des pièces constituant ces organes.

Ainsi, l'introduction, au niveau du collège technique, de la technologie de construction est-elle un véritable transfert de contenu. En effet, jusque-là, le dimensionnement des organes était pris en charge en partie par la mécanique des physiciens<sup>2</sup>, mais surtout par la technologie industrielle<sup>3</sup> réservée aux ingénieurs. Ce qui est confirmé par Loisy (1944)<sup>4</sup>, le seul inspecteur général en charge du dessin industriel, lorsqu'il rappelle les instructions des écoles d'ingénieurs mécaniciens : « *Il faut familiariser l'élève ingénieur avec les dispositions cinématiques et mécaniques les plus judicieuses, avec les méthodes de calcul les plus sûres, avec l'emploi raisonné des produits métallurgiques ou autres.* ».

Ce changement peut s'interpréter comme une scientification de l'enseignement professionnel, le terme professionnel étant pris ici dans son sens premier. Il résulte de l'existence des centres d'apprentissage chargés de prendre en charge la formation de la grande masse de la jeunesse et permet un décalage vers le haut des niveaux de formation dans l'enseignement technique. En effet ces changements s'articulent avec la création du baccalauréat technique et le passage à quatre années de la durée de formation dans les écoles des Arts et Métiers qui changent au passage de statut en obtenant le titre d'Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM).

Enfin, l'étude critique des organes de machines et de leur assemblage par le recours à la « *description fonctionnelle* » et à la « *description organique* » marque un autre changement que révèle l'apparition d'un nouveau vocabulaire. Comme le précisent les programmes, il ne s'agit plus seulement de donner des exemples choisis mais « *de*

---

<sup>1</sup> Au XXI<sup>e</sup> siècle, on parle de mobilisation des connaissances.

<sup>2</sup> Basquin René et Métral, A. (1941). *Mécanique. À l'usage des Écoles nationales professionnelles*. Paris : Delagrave.

<sup>3</sup> Rouelle M. (1930). *Cours de technologie industrielle (construction mécanique). Livre 1 - métaux et matières diverses – organes de machines*. 6<sup>e</sup> édition. Paris : École spéciale de travaux publics.

<sup>4</sup> *Op. cit.*

*faire connaître l'esprit et la méthode des constructions [...] de dégager les principes de la construction et du fonctionnement des organes ».*

Ainsi l'enseignement de la technologie s'engage-t-il sur de nouvelles voies, l'enjeu consistant en la mise au point de méthodes pédagogiques susceptibles de permettre ces nouveaux apprentissages, au niveau moyen de l'enseignement technique. Cette tâche sera confiée aux professeurs de dessin industriel à qui est dévolu l'enseignement de la construction. Sans dévoiler la suite de l'histoire, il n'est pas inutile de préciser que ces novateurs feront leurs classes comme professeurs dans les Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA) après être passés par l'ENSET ou les Arts et Métiers, voire par les deux pour certains.

## **6.4 Les travaux d'atelier et l'enseignement de la profession**

À l'atelier, l'élève doit « *apprendre à vaincre la matière par des qualités d'intelligence et de savoir* » (Léo Vigouroux, 1948)<sup>1</sup>. Cette déclaration valorisante ne doit pas masquer que l'enseignement technique est fondé sur la connaissance des techniques et des métiers acquise au prix d'une longue expérience de l'apprentissage. « *L'éducation professionnelle a pour but le développement complet et harmonieux des aptitudes professionnelles.* » (André Campa, 1945)<sup>2</sup>.

### **6.4.1 Le geste professionnel et la progression des travaux**

« *Le geste professionnel est un tout physiologique.* » (brochure DET, 1949)<sup>3</sup>, il ne résulte pas d'une décomposition de gestes élémentaires. En effet, chaque élément du geste doit être lié à l'ensemble, « *il est difficile et beaucoup plus important d'associer les éléments que de les apprendre un à un.* ». L'apprentissage manuel doit faire perdre à l'élève crispation, maladresse et raideur pour lui faire acquérir ce qui caractérise l'ouvrier professionnel : l'aisance du mouvement et des attitudes, la cadence de travail, la précision, le calme et l'économie des forces. Ces qualités s'acquièrent avec le temps et la répétition, le professeur devant veiller à ce que les élèves ne prennent pas de mauvaises habitudes.

Les travaux exigés par la profession, ceux que sont capables d'exécuter les bons ouvriers, constituent une nomenclature à partir de laquelle est établie une « progression », c'est-à-dire un enchaînement d'exercices gradués du plus simple au plus compliqué. Il appartient au professeur technique chef de travaux, véritable autorité pédagogique à l'atelier, chargé de l'enseignement de la technologie générale professionnelle, de préparer l'emploi du temps et de planifier le programme des exercices et travaux d'atelier sur l'année mais aussi sur l'ensemble de la scolarité (voir Tacaille, 1997 par exemple)<sup>4</sup>. Après une période d'initiation, les élèves réalisent des travaux

---

<sup>1</sup> Vigouroux fut conférencier lors de « la semaine pédagogique du dessin » organisée en 1924. Vigouroux Léo (1948). Leçon type d'atelier s'adressant à des élèves de 3<sup>e</sup> année industrielle de collège technique. *Technique Art Science*, 3, 66-69.

<sup>2</sup> Campa André (1945). *L'enseignement du travail manuel dans les écoles françaises. Son rôle éducatif dans la formation de la jeunesse. Rapport, 14 pages dactylographiées, présenté à la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Éducation ».* PV de la 1<sup>re</sup> séance du 22 février 1945. A.N. 71/AJ64.

<sup>3</sup> (Dubois, 1948) *op. cit.*

<sup>4</sup> Tacaille, D. (1997). *L'éducation professionnelle en France, crise et légitimité, le cas des plombiers et des chauffagistes.* In Défendre et transformer l'École pour tous (colloque). 3-4 et 5 octobre. IUFM Aix-Marseille.



utilitaires (équipement des ateliers) ou des pièces dont les plans sont issus de l'industrie. Ces exercices forment la progression, et sont classés par ordre de difficultés techniques et pédagogiques croissantes. Au-delà de l'apprentissage des gestes professionnels, ces exercices introduisent des notions importantes : plan de fabrication, coordination, contrôle, délai, prix de revient, responsabilité. L'inspection recommande à partir des années 1950 (André Campa, 1956b)<sup>1</sup> l'utilisation d'un tableau à double entrée afin de s'assurer que les progressions couvrent bien l'ensemble des difficultés techniques à vaincre par les élèves.

#### 6.4.2 L'organisation et le travail à l'atelier

En matière de travaux d'atelier, les recommandations de la Direction de l'enseignement technique sont claires : il faut tenir compte des possibilités physiques des adolescents, ce qui suppose d'adapter le matériel et le poste de travail en conséquence (poids des outils, hauteur de l'établi et de l'étau, limitation de la durée des exercices pénibles). C'est ainsi par exemple que « *le soudeur et la repasseuse pourront être assis.* » (brochure DET, 1949). Les ateliers doivent être propres, ordonnés, bien éclairés et confortables<sup>2</sup>, ils sont organisés rationnellement comme dans une entreprise. Les matières premières et les outils collectifs sont entreposés dans un magasin général ce qui impose une gestion rigoureuse (fiches d'inventaire) et un système de bons ou de jetons pour connaître en permanence où se trouve l'outillage. Les outils sont de la meilleure qualité, ils sont rangés dans des casiers ou des tiroirs spécialement aménagés pour les laisser apparents<sup>3</sup>. Aucune perte de temps ne doit être tolérée. C'est ainsi que l'ébauche ou préparation des pièces doit être réalisée à la machine<sup>4</sup>, et cette opération, intégrée à la progression, constitue alors un exercice pour les débutants et prépare le travail des élèves confirmés.

La méthode « artisanale » ou traditionnelle de l'apprentissage de la profession s'appuie sur une progression où les exercices sont exécutés à l'aide d'outils à main, l'usage de la machine étant rare. Cette façon de procéder est critiquée par les professeurs d'ENNA Pottier, Segaud, Matray (1950a, 1950b)<sup>5</sup>, de même que la compétition entre les élèves occasionnée par la fabrication d'une pièce. Ils considèrent en effet que l'émulation, malgré son intérêt, développe l'individualisme et fait perdre le sentiment de l'intégration « *de l'objet réalisé à titre d'organe monté dans un ensemble solidaire* »<sup>6</sup>. Mais le pire est sans doute ailleurs, avec l'exercice formel, la « *queue d'aronde aux symétries inusitées* » qui, une fois fini, « *s'en va au tas de ferraille* » ou « *au bûcher* » chez les menuisiers.

La méthode rationnelle préconise l'usage de la machine dès que le maniement de l'outil est acquis. La progression des travaux s'appuie sur des travaux utiles. Ainsi plutôt

---

<sup>1</sup> Campa André (1956b). Les travaux d'atelier dans les établissements de l'enseignement technique. *Le Cours Industriel*, 1, 1-3.

<sup>2</sup> Ce qui n'est pas le cas de la plupart des centres d'apprentissage au début de leur existence.

<sup>3</sup> Là aussi, il s'agit de pouvoir s'assurer à tout moment où se trouve l'outillage.

<sup>4</sup> L'ébauche peut faire l'objet de quelques exercices de maniement des outils à main.

<sup>5</sup> Pottier H., Segaud E, Matray F. (1950a). Le rendement pédagogique dans l'enseignement professionnel. *Technique Art Science*, 6, 39-42.

Pottier H., Segaud E, Matray F. (1950b). Le rendement pédagogique dans l'enseignement professionnel. *Technique Art Science*, 7, 36-38.

<sup>6</sup> Le terme individualisme opposé à solidaire est symptomatique de l'état d'esprit qui règne dans les ENNA.

qu'une pièce destinée à la ferraille, les professeurs d'ENNA préfèrent par exemple que les élèves réalisent une bride de serrage véritable,

« ... où l'on retrouvera chanfreins, arrondis et raccords, mortaise centrale préparée par une série linéaire de quelques trous. L'ouverture de cette mortaise peut, soit être reportée au moment où l'apprenti est en mesure de l'exécuter, soit confiée sans délai à un élève plus avancé. ».

La motivation des élèves est importante. L'orientation utilitaire de la pédagogie pratique doit conduire le professeur à choisir des exercices ayant un véritable caractère industriel. Tout travail nouveau débute par une séance d'enseignement collectif appelée « démonstration d'atelier ». La démonstration manuelle, entrecoupée d'explications courtes et nettes, est l'occasion pour le professeur de présenter les gestes que doivent exécuter les élèves. Ceux-ci sont invités à chercher et, si possible, découvrir les solutions aux problèmes posés par chaque nouvel exercice. L'élève apprend progressivement à contrôler son travail à l'aide d'appareils de métrologie suffisamment précis pour pouvoir respecter les cotes indiquées sur les dessins. Dans les centres d'apprentissage et les collèges techniques, les dessins de définition utilisés pour la réalisation de pièces sont réalisés par les professeurs. Dans les ENP, ce travail est inclus dans les tâches revenant aux élèves au sein de bureaux des méthodes, comparables à ceux de l'industrie. Un dessin de définition est remis à chaque élève en même temps que l'outillage et la matière. Le principe utilisé pour la reproduction des dessins ou « bleus »<sup>1</sup> est décrit dans l'ouvrage rédigé par Pierre Dubois (1948)<sup>2</sup> :

« Le dessin étant fait sur papier transparent est appliqué sur un papier spécial impressionnable par la lumière. Dans le cas du papier « Ozalid » la couche sensible jaunâtre est détruite par l'exposition à la lumière de WOOD (ultra violet donné par une lampe à vapeur de mercure) sauf en regard des traits du dessin. Ces derniers apparaissent donc en jaune. On fixe ces traits par des vapeurs d'ammoniac qui leur donnent une teinte bleu violacée. » (p. 247).

Pour la bonne marche des ateliers, l'emploi de machines à commande individuelle est recommandé (annexe 6-7)<sup>3</sup>, celles-ci pourvues de protecteur et suffisamment espacées permettent d'éviter les accidents. Le maître d'enseignement pratique ou professeur d'atelier est responsable de la sécurité et du plan d'entretien des machines.

Comme les élèves des sections normales, les candidats au baccalauréat Mathématiques et technique participent, suivant la spécialité des ENP, à la fabrication de machines-outils ou d'appareils de métrologie de précision (annexe 6-8)<sup>4</sup>. « Notre idéal n'est pas de 'sortir' des machines, mais de 'sortir' des techniciens ». Il s'agit pour l'inspecteur général de l'enseignement technique Charles Vercier (1947) de recourir, dans les Écoles nationales d'enseignement technique<sup>5</sup>, à la science des fabrications mécaniques et de mettre en œuvre une organisation scientifique du travail. Ainsi, dans

<sup>1</sup> Ce nom est lié à la couleur des documents reproduits à l'aide des machines à ammoniac.

<sup>2</sup> Dubois Pierre (1948). *Généralités technologiques*. Paris : Dunod.

<sup>3</sup> Annexe 6 : en 1945, certains ateliers sont encore équipés de machines alimentées par un système de courroies (les ENP font exception) entraîné par un moteur unique (à vapeur à l'origine, puis électrique).

<sup>4</sup> Liste des machines et appareils fabriqués dans les ENP (Charles Vercier, 1947).

Vercier Charles (1947b). Journées pédagogiques. La formation du technicien. *Technique Arts Sciences*, 1, 8-13.

<sup>5</sup> L'ensemble des Écoles nationales d'Arts et Métiers et des Écoles nationales professionnelles.

chaque école, est-il prévu de construire une machine-outil simple et d'usage courant, avant tout moderne, à éléments interchangeables.

### **6.4.3 La hiérarchie dans l'atelier**

Il existe traditionnellement une hiérarchie des professions préparées dans l'enseignement technique industriel. Cette hiérarchie est un effet de « l'orientation professionnelle pratique » ou « papillonnage » qui consiste à faire choisir aux élèves leur future spécialité professionnelle à la fin de l'année préparatoire<sup>1</sup>. Le choix de la spécialité s'effectue en fonction des aptitudes des élèves à l'issue d'une rotation parmi toutes celles existantes dans l'établissement. Ainsi dans les métiers du fer, le métier le plus prisé est-il celui de fraiseur, suivi par celui de tourneur, d'ajusteur et enfin de chaudronnier. Cette hiérarchie coïncide avec l'attrait que portent les élèves aux types de machine et à leur fréquence d'utilisation. Mais la véritable hiérarchie qui existe au sein de l'atelier dépend davantage des connaissances théoriques que des compétences pratiques.

D'un côté, l'élève ajusteur du centre d'apprentissage exécute à l'étau une pièce d'un assemblage avec une très grande précision. Il doit faire preuve d'une grande habileté manuelle qui conduit à une production rapide. Ses efforts offrent peu l'occasion de se cultiver mais doivent lui permettre de devenir un bon ouvrier.

De l'autre, l'élève de baccalauréat technique est curieux de s'instruire. Il procède à des essais sur différentes machines, maîtrise plusieurs moyens d'exécuter un même assemblage et ne cherche pas l'habileté manuelle. Ses efforts désintéressés développent une culture technique sans qu'un intérêt immédiat soit recherché si ce n'est la perspective de poursuite d'études supérieures.

Entre ces deux extrêmes, se trouvent les élèves des collèges techniques aux programmes entièrement revus et ceux des ENP dont la formation pratique est calquée sur l'organisation industrielle : étude et réalisation des plans au bureau des méthodes et fabrication aux ateliers. Ces élèves ont toutes les chances de devenir des techniciens ou des agents de maîtrise<sup>2</sup> dans l'industrie locale et pour certains de terminer leur carrière comme ingénieur « maison ».

## **6.5 Les programmes du baccalauréat technique**

Les programmes du baccalauréat technique sont le résultat de longues tractations qui ont tourné au désavantage des élèves. Les programmes définitifs sont entérinés par le conseil supérieur de l'Éducation nationale lors de la réunion des 26 et 27 janvier 1948<sup>3</sup> après validation par les sections permanentes du conseil de l'enseignement du second degré et du conseil de l'enseignement technique. Il s'agit d'une mise à jour dont le but est d'alléger les programmes de 1947 tout en les rapprochant de ceux de la série scientifique

---

<sup>1</sup> Classe de 5<sup>e</sup> pour les collèges techniques et de 4<sup>e</sup> pour les ENP.

<sup>2</sup> Ce sont les chefs d'équipe, contremaîtres et chefs d'ateliers. Ils exercent donc un commandement direct sur les ouvriers.

<sup>3</sup> A.N. Fontainebleau. 1990088. Art.1. Conseil supérieur de l'Éducation nationale. PV de la réunion des 26 et 27 janvier 1948.

et mathématique<sup>1</sup>. Ils resteront valables pour la partie technique jusqu'en 1956, soit une petite dizaine d'années.

### 6.5.1 Les dates de publication des programmes du baccalauréat technique

La publication des programmes d'examen<sup>2</sup> par arrêté ministériel intervient sur trois années entre 1946 et 1948. Cependant, faute de matériel, les programmes de la partie pratique ne deviennent effectifs qu'à la session de 1950. Il aura ainsi fallu six années pour mettre en place et stabiliser ce nouveau baccalauréat du second degré, à la fois diplôme « technique » et passeport pour l'enseignement supérieur. Trois arrêtés sont successivement publiés :

- en mai 1946 (pour la session de juin 1946), relatif aux épreuves d'enseignement général, de technique graphique et de technologie à la première partie du baccalauréat (série technique) ;
- en février 1947 (pour la session de juin 1947), relatif aux épreuves d'enseignement général, de technique graphique, de travail manuel et d'interrogation de technologie pour la deuxième partie (la série mathématiques et technique). Les programmes de la première partie sont reconduits avec quelques compléments mineurs ;
- en février 1948 (pour la session de juin 1948), des modifications sont apportés à la première partie en mathématiques, physique, chimie et de manière mineure en technique graphique et technologie. La deuxième partie est modifiée pour les épreuves de mathématiques, de technique graphique et d'interrogation de technologie. L'épreuve de travail manuel est entièrement revue avec une partie commune et des épreuves optionnelles obligatoires : machine-outil, métaux en feuilles, fonderie et menuiserie. Au mois d'avril 1948<sup>3</sup> un rectificatif paraît au B.O. du 4 mars : « *Travail manuel et technologie, ajouter : Nota — Ce programme ne sera applicable ni en 1948 ni en 1949. Durant ces deux années, l'épreuve de travail manuel et l'interrogation de technologie porteront sur le programme de 1947 qui est maintenu en vigueur.* ». Ce report est justifié par le manque d'équipement en machines-outils (fraiseuses notamment) de certains établissements.

### 6.5.2 Le programme et les épreuves du baccalauréat technique en classe de première (série technique)

Le programme des épreuves techniques est réparti sur deux années. Il est structuré selon le triptyque de l'enseignement technique : dessin industriel, technologie et travail manuel. C'est un catalogue d'items qui égrène les connaissances à faire acquérir aux élèves. Il est complété par quelques commentaires relatifs aux épreuves d'examens. En première année, les épreuves portent sur la technique graphique (dessin technique) et la technologie.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 26 février 1948. BO n° 10 du 4 mars 1948, p. 287. Programmes des épreuves du baccalauréat technique pour les sessions de 1948.

<sup>2</sup> Annexe 6 *op. cit.*

<sup>3</sup> Arrêté du 26 février 1948. BO n° 12 du 18 mars 1948, p. 287. Rectificatif aux programmes du baccalauréat technique. Rectificatif au Bulletin Officiel n° 10 du jeudi 4 mars 1948.

En dessin (coefficient 2), il s'agit de maîtriser les bases du dessin en matière de représentation des corps : projection, perspective cavalière, coupe, cotation et indication de façonnage.

En technologie (coefficient 2), le programme est divisé en deux chapitres distincts et bien identifiables. D'une part l'ensemble des connaissances afférentes aux différents procédés de fabrication mécanique, ce qui s'apparente à la technologie générale professionnelle sans qu'elle soit nommée, et d'autre part les fonctions mécaniques élémentaires, notamment les liaisons (ou articulations mécaniques) qui relèvent de la technologie de construction mécanique, là encore sans qu'elle soit nommée. Cinq grandes parties structurent ce programme :

- les matériaux (propriétés et caractéristiques des métaux et alliages) ;
- l'obtention des pièces (moulage, déformation, enlèvement de matière, soudage) et le contrôle des formes et des dimensions ;
- les différents procédés de traitements thermiques et leurs caractéristiques ;
- les fonctions mécaniques élémentaires et leurs caractéristiques (adhérence et frottement, liaisons rigides permanentes ou démontables, liaisons partielles en rotation ou translation, liaisons élastiques, guidages, centrage, graissage, étanchéité) ;
- les généralités sur les ajustements et l'interchangeabilité.

Ce programme représente un ensemble cohérent, mais le niveau demandé à l'épreuve de dessin dépasse largement le programme. La part accordée à la normalisation a diminué entre les programmes de 1946 et ceux de 1947. Son étude est reportée en classe de terminale. Malgré l'absence d'épreuve de travail manuel, les élèves sont astreints à huit heures d'atelier par semaine.

### **6.5.3 Le programme et les épreuves du baccalauréat technique en classe de terminale (série mathématiques et technique)**

En terminale, la partie technique du baccalauréat comporte, d'une part un dessin et d'autre part, une épreuve de travail manuel et de technologie composée elle-même de trois parties, consistant en une épreuve de technologie commune, une épreuve de travail manuel commune et une épreuve de travail manuel à option complétée par une interrogation orale.

En dessin (coefficient 2), il s'agit d'appliquer le cours de technologie. L'épreuve prend la forme d'un travail de conception. Les candidats peuvent être amenés à compléter ou à modifier une structure, ou à créer un organe simple.

L'épreuve de technologie commune (coefficient 1) prend la forme d'une interrogation orale. Le candidat est interrogé sur la fonction mécanique d'un ensemble, par exemple l'étude critique du dessin représentant un appareil au programme. Les questions portent sur l'analyse des fonctions particulières d'un certain nombre de détails figurant sur le dessin, la justification des formes, la nature des matériaux employés, les procédés d'usinage et de vérification. L'interrogation peut porter sur le programme de première année mais également sur la métrologie, la coupe (outil, vitesse...), les mécanismes, les organes de machines, les appareils. Il s'agit notamment des :

- transmissions de mouvement (arbres : guides et accouplements, poulies, roues dentées, boîtes de vitesses, embrayages, freins) ;
- mécanismes de transformation de mouvement (système bielle-manivelle-excentrique-came, guides de mouvement, coulisseaux et glissières) ;
- conduites des fluides (raccordement, obturateurs, presse, garnitures, pistons).

L'épreuve de travail manuel commune (coefficient 1) comporte toutes les opérations élémentaires d'ajustage à l'étau (dressage à la lime, mise à l'équerre, burinage et sciage), et des travaux de traçage, filetage, taraudage, perçage, alésage. L'épreuve peut comprendre l'exécution d'assemblages simples avec contrôle de cotes ou d'assemblages nécessitant un montage par vis, goujons ou pieds de centrage.

Enfin, lors de l'épreuve optionnelle de travail manuel (coefficient 2), le candidat est examiné sur l'une des options qu'il a choisie (machine-outil, métaux en feuilles, fonderie ou menuiserie). L'épreuve comprend un travail manuel et une interrogation. Une partie du travail manuel est effectuée en présence des examinateurs dont les interrogations portent sur la préparation de l'exercice, sur la méthode suivie, sur l'outillage et son utilisation, sur le contrôle des résultats, sur la technologie relative à l'option choisie. Sa durée varie avec l'option mais trente minutes au maximum sont accordées à l'interrogation proprement dite.

Ces programmes de technologie et de travaux manuels sont spécifiques aux quatre groupes de métier (cf. annexe 5.1.4).

Ces trois premières épreuves, dessin technique, technologie et travaux manuels installent pour une longue période la mécanique comme référence de l'enseignement technique.

#### **6.5.4 Un véritable baccalauréat technique**

L'analyse de ces programmes confirme, pour qui pourrait en douter, que ce baccalauréat est bien un baccalauréat « technique ». En effet, avec un ensemble d'épreuves techniques affecté d'un coefficient 6, il faut impérativement pour réussir à la série mathématiques et technique en classe de terminale avoir suivi l'enseignement de la série technique en première, alors que ce n'est pas théoriquement une obligation (annexe 6-9)<sup>1</sup>. Ainsi à l'issue de l'examen le diplôme du bachelier porte-t-il d'ailleurs la mention « *Technique - Mathématiques et technique* ».

Même si son titulaire passe la moitié moins de temps dans les ateliers que son camarade de section normale d'ENP, il n'en possède pas moins de solides connaissances en dessin industriel, en technologie et en travaux d'usinage. La plupart des élèves qui se présentent au baccalauréat technique ont d'ailleurs commencé « l'apprentissage » dès la classe de quatrième. De plus, comme le fait remarquer Albert Buisson « *les programmes du baccalauréat [...] ne sont pas les programmes d'études* »<sup>2</sup> comme en attestent les épreuves de dessin de la série technique qui vont bien au-delà du programme de l'examen. Ces programmes sont très proches de ceux des épreuves techniques du concours d'entrée aux Écoles nationales d'ingénieurs d'Arts et Métiers

<sup>1</sup> Annexe 6 : extrait du décret n° 46/926 du 6 mai 1946. Supplément au BO n° 24 du 13 mai 1946, p. 710. Modification du régime des examens.

<sup>2</sup> Buisson Albert (1947). L'épreuve d'atelier au baccalauréat « Mathématiques et technique » et les travaux manuels éducatifs. *Technique Art Science*. 10, 14-19.

(Annexe 6-10)<sup>1</sup> même si l'existence de différences comme l'étude des « *manivelles et excentriques pour moteurs à vapeur, à explosion ou Diesel* » alourdit encore la somme de connaissances à acquérir.

Ainsi ces bacheliers sortent-ils de l'ENP, munis d'une bonne connaissance, ou suivant les matières, d'une bonne maîtrise de la représentation des pièces et des ensembles mécaniques, des différentes fonctions mécaniques et des différents procédés de fabrication. Ce « bagage » technique complet est indispensable au développement des industries mécaniques comme l'automobile par exemple. La plupart des élèves le complètent et l'approfondissent durant les quatre années qu'ils passent dans les Écoles d'ingénieurs de l'enseignement technique. Certains choisissent l'enseignement car le technique a besoin de professeurs. Là aussi, l'enseignement technique possède avec l'ENSET un outil qui ne va cesser de se perfectionner.

Ce diplôme de technicien, le premier dont la finalité ne soit pas de certifier une valeur professionnelle, conduit principalement à la formation d'ingénieurs ou de professeurs de dessin industriel et de technologie de construction. Il constitue ainsi le vivier d'une partie des futurs directeurs d'école, inspecteurs et inspecteurs principaux de l'enseignement technique ou professeurs dans les deux catégories d'écoles normales de l'enseignement technique.

## **6.6 Situation et formation des professeurs du technique**

La situation administrative, les catégories de personnel et la formation des enseignants évoluent au rythme du développement de l'enseignement technique. La période qui suit la Seconde Guerre mondiale est propice à de nouveaux changements importants.

### **6.6.1 La situation des professeurs du technique à la Libération**

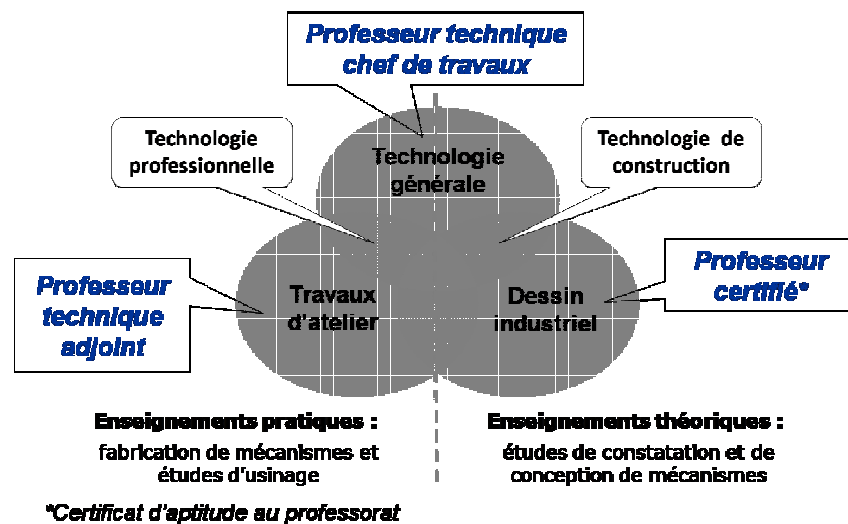
Les élections des représentants au nouveau conseil de l'enseignement technique<sup>2</sup> sont l'occasion de faire le point sur les différentes catégories de personnel enseignant dans les établissements. Les enseignants forment trois groupes, chacun lié à son activité principale. Les enseignements littéraires ou scientifiques (arithmétique, algèbre, géométrie, mécanique, électricité, physique et chimie) sont assurés par des professeurs, des professeurs adjoints, des chargés d'enseignement et, dans certains établissements, des instituteurs et des institutrices. Les enseignements théoriques industriel ou commercial (dessin industriel, dessin d'art, technologie générale et enseignement ménager) sont pris en charge par des professeurs techniques adjoints et des professeurs techniques chef de travaux ou chef d'ateliers. Les chefs de travaux dirigent les ateliers (organisation et gestion du matériel), sont chargés des cours de technologie générale et peuvent effectuer des heures supplémentaires. Enfin, les enseignements professionnels sont confiés à des professeurs techniques adjoints, des ouvriers instructeurs et des maîtresses ouvrières, des contremaîtres, des ouvriers auxiliaires et des auxiliaires de toutes les catégories précédentes.

---

<sup>1</sup> Annexe 6 : programmes de technologie du concours d'entrée aux Écoles nationales d'ingénieurs d'Arts et Métiers.

<sup>2</sup> Arrêté du 4 juin 1946. BO n° 29 du 13 juin 1946, p. 846. Conseil de l'enseignement technique. Collèges électoraux et modalités de scrutin et de dépouillement en vue des élections.

Selon un inspecteur général de l'enseignement technique à la retraite<sup>1</sup>, l'essentiel des professeurs d'enseignement général sont issus de l'ENSET sauf certains professeurs de français qui viennent du second degré. Les professeurs de technologie (de dessin) sortent, soit de l'ENSET, soit des Arts et Métiers (notamment avec les crises des années 1920 et 1938 qui rendent difficile l'accès à un emploi). Certains ingénieurs passent une année à l'ENSET après les Arts et Métiers, ou bien sont embauchés comme maîtres auxiliaires pendant un an avant d'être titularisés sur titre. Concernant l'enseignement professionnel<sup>2</sup>, la situation statutaire<sup>3</sup> et l'origine du recrutement des maîtres ou professeurs d'atelier est très diverse. Parmi les contremaîtres et les ouvriers instructeurs, certains sont municipaux. Selon un bilan dressé par la CGT (Fras, 1946)<sup>4</sup>, il existe dans les ateliers onze catégories de personnels, chacune régie par un règlement différent. Cette grande diversité résulte de l'histoire de l'enseignement technique, notamment de la variété des établissements publics d'enseignement technique du second degré et des textes qui se succèdent à partir de la loi Astier de 1919 jusqu'à la loi de finance du 31 mars 1931. L'enseignement du triptyque est confié à des professeurs aux statuts différents (fig. 6-3).



**Figure 6-3 : l'intervention des professeurs dans le champ disciplinaire de l'enseignement technique industriel en 1945**

En attendant la création d'un hypothétique corps unique de professeurs techniques d'atelier, recrutés par concours et formés pédagogiquement<sup>5</sup>, l'ENSET élargit son recrutement et la qualité de sa formation.

### 6.6.2 Formation des maîtres du technique et dates marquantes de l'histoire de l'ENSET

<sup>1</sup> Raoul Cantarel, inspecteur général du ministère de l'Éducation nationale honoraire, vice-président national de l'AFDET depuis 2009 et ancien Directeur du CERPET (Centre d'études pour la rénovation pédagogique de l'enseignement technique).

<sup>2</sup> Pratiquement tous les métiers de l'industrie et de l'artisanat sont couverts.

<sup>3</sup> Employeur, horaire, salaire

<sup>4</sup> Fras R. (1946). Rapport sur la situation du personnel des ateliers dans l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 19, 4-5.

<sup>5</sup> Comme cela est le cas (stages pédagogiques) dans les ENNA pour les professeurs d'atelier des Centres d'apprentissage.



À la Libération, l'ENSET profite de la situation favorable à l'enseignement technique. Cinq sections spéciales pour la préparation aux concours d'admission à l'ENSET<sup>1</sup> sont créées en 1946 à l'ENP de la Martinière à Lyon. Ces sections préparent les élèves en vue des professorats de lettres-langue vivante (jeunes gens et jeunes filles), sciences industrielles (jeunes gens), dessin industriel (jeunes gens), sciences et techniques commerciales (jeunes gens et jeunes filles) et arts ménagers (jeunes filles). Une fois admis à l'ENSET, les élèves-professeurs de dessin bénéficient de deux heures hebdomadaires de stages pédagogiques organisés au collège Dorian en plus de leur formation.

La base de recrutement est également élargie par l'ouverture du concours d'entrée<sup>2</sup> à l'ENSET et à la première partie des professorats des collèges techniques aux possesseurs du diplôme d'élève breveté des ENP (section A, B et C) et du diplôme d'études professionnelles de l'École Diderot (section A et B).

Enfin, ces mesures sont amendées<sup>3</sup> avec l'allongement à trois ans de la durée de formation et l'augmentation à sept du nombre de sections<sup>4</sup>. Les élèves bénéficient d'un enseignement portant sur le programme du certificat d'aptitude au professorat correspondant à la section d'inscription. Cette formation est complétée par un enseignement commun, théorique et pratique, portant sur la psychologie, la sociologie et la pédagogie. À l'issue des deux premières années, les élèves se présentent à la première partie du certificat d'aptitude au professorat des collèges techniques et en fin de troisième année, à la deuxième partie. Un stage de trois mois est organisé dans l'industrie ou le commerce. Les programmes du Certificat d'aptitude sont revus<sup>5</sup>. Pour la section dessin industriel, ils s'organisent selon le triptyque de l'enseignement technique (dessin, technologie, atelier).

Ainsi aura-t-il fallu près de soixante-dix ans pour que l'enseignement technique se dote d'un outil capable de prendre en charge la formation complète de ses professeurs d'enseignement général et théorique. C'est également le temps qui a été nécessaire pour construire le réseau de collèges techniques.

En effet, après la création en 1880 des écoles manuelles d'apprentissage, le besoin de « maîtres techniques » se fait très rapidement<sup>6</sup> sentir. Ce besoin est comblé progressivement dans un double mouvement, d'une part par l'organisation de formations en direction d'un personnel propre à l'enseignement technique, et d'autre part par le recrutement sur concours qui s'accompagne de la reconnaissance statutaire du personnel. Mais les maîtres d'ateliers ne bénéficient pas immédiatement de ces dispositions.

---

<sup>1</sup> Note du 26 juillet 1945. BO n° 41, p. 2847. Préparation aux concours d'admission à l'ENSET.

<sup>2</sup> Arrêté du 30 août 1945. BO n° 47, p. 330. Règlement des professorats des collèges techniques.

<sup>3</sup> Décret n° 48/1389 du 1 septembre 1948. BO N° 24 du 16 septembre 1948, p. 1025. École normale supérieure de l'enseignement technique – Organisation des études.

<sup>4</sup> A-1 : sciences industrielles, A-2 : sciences et arts industriels, B : dessin industriel, C : dessin et arts appliqués, D : sciences et techniques commerciales, E : lettres, F : langues vivantes.

<sup>5</sup> Arrêté du 7 octobre 1948. BO n° 28 du 21 octobre 1948, p. 1170. École normale supérieure de l'enseignement technique. Condition d'admission et programmes.

<sup>6</sup> La création de ces établissements est, pour une bonne part responsable du processus de développement de la scolarisation décrite par Jean Michel Chapoulie et Jean-Pierre Briand (Chapoulie et Briand, 1993). Briand Jean-Pierre, Chapoulie Jean-Michel. (1993). L'institution scolaire et la scolarisation : une perspective d'ensemble. *Revue française de sociologie*, 34, 1. 3-42.

Le premier acte se joue le 11 juin 1891 lorsqu'un arrêté du ministère du commerce, de l'industrie et des colonies crée pour la rentrée d'octobre 1891 une section normale à l'École des Arts et Métiers de Châlons<sup>1</sup>. Le texte prévoit la délivrance d'un certificat d'aptitude à l'enseignement technique aux élèves qui subissent avec succès l'examen qui sanctionne les deux années d'étude. Le concours de recrutement est ouvert aux moins de 25 ans, titulaires du brevet supérieur de l'enseignement primaire ou du diplôme d'une école technique reconnu équivalent. L'enseignement porte sur « ... *l'étude des sciences, du dessin, du travail manuel et sur la pratique de l'enseignement.* »<sup>2</sup>. Mais les Écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI) sont créées en 1892 et le décret du 22 février 1893<sup>3</sup> (règlement des EPCI) redéfinit alors la qualité et le titre requis pour devenir enseignant dans le technique : professeur, certificat d'aptitude au professorat ; maître adjoint, brevet supérieur de l'enseignement primaire ; chef de travaux pratiques et chef d'atelier certificat d'aptitude au professorat industriel. Les « préposés à l'apprentissage » sont nommés par le préfet ou le maire<sup>4</sup> sur proposition du conseil de perfectionnement de l'école. Il s'agit d'ouvriers qualifiés, capables de transmettre les connaissances professionnelles relatives aux métiers enseignés dans l'établissement, aucun titre n'est demandé. Le programme des connaissances exigées pour les aspirants chef de travaux pratiques et chef d'atelier est, point pour point, extrait des programmes des cours des Arts et Métiers publiés en 1897. Ainsi, dès l'origine, deux catégories d'enseignants se côtoient dans les établissements du technique, ceux en charge des enseignements généraux et ceux en charge de l'enseignement technique théorique et pratique, auxquels est adjoint un personnel issu de l'industrie et n'ayant pas le titre de professeur.

Le dispositif de recrutement et de formation des professeurs du technique avait été complété en 1894 par la création d'une section normale préparatoire au professorat commercial annexée à l'École des hautes études commerciales de Paris<sup>5</sup> puis par la création en 1899 de deux sections normales préparatoires aux professorats commercial et industriel à l'École pratique de commerce et d'industrie de jeunes filles du Havre. En 1912, est créée l'École normale de l'enseignement technique (ENET). L'ensemble des sections normales est alors regroupé dans les locaux de l'École nationale d'Arts et Métiers à Paris, le recrutement assuré dans les écoles d'Arts et Métiers, les quatrièmes années des écoles normales primaires, les classes de première supérieure ou de mathématiques spéciales. Mais la guerre malmène la jeune institution. En 1919, le vote de la loi Astier et le rattachement en 1920 des établissements de l'enseignement technique au ministère de l'enseignement public lui permettent de prendre un « *nouveau départ* » (René Basquin, 1962). L'existence d'un sous-secrétariat à l'enseignement technique permet également une continuité « en douceur » entre les deux ministères. La

---

<sup>1</sup> Le dispositif est complété en 1899 par la création de deux sections normales préparatoires au « professorat commercial » et au « professorat industriel » à l'École pratique de commerce et d'industrie du Havre.

<sup>2</sup> Thérèse Charmasson, Anne-Marie Lelorrain, Yannick Ripa (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris: INRP, Économica.

<sup>3</sup> A.N. AD XIX D 212. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et des télégraphes. Direction de l'enseignement technique. (1903). Écoles pratiques de commerce et d'industrie. Paris : Imprimerie nationale.

<sup>4</sup> Suivant le statut de l'établissement.

<sup>5</sup> Il semble que cette section ait été transférée à l'École supérieure de commerce de Lyon sans qu'aucun texte officiel ne le mentionne.

diversification du corps enseignant marque le développement de l'enseignement technique.

L'arrêté 28 janvier 1921 redéfinit les conditions de délivrance du certificat d'aptitude au professorat dans les écoles pratiques, il précise le contenu et les modalités des concours aux nouveaux certificat d'aptitude au professorat industriel et certificat d'aptitude au professorat commercial. Les épreuves écrites se déroulent dans des centres d'examen tandis que les épreuves orales ont lieu à Paris. L'Arrêté du 11 mars 1921, relatif aux professeurs techniques chefs de travaux redéfinit les conditions d'admission, la nature, la durée et les coefficients des épreuves au concours, ainsi que les conditions de nomination. Le certificat d'aptitude à l'enseignement pratique du commerce et de l'industrie », remplace alors le certificat d'aptitude au professorat industriel.

Le décret du 12 juillet 1921<sup>1</sup>, relatif aux Écoles pratiques de commerce et d'industrie et aux écoles de métiers, précise les qualités et le mode de recrutement du personnel enseignant de l'enseignement technique : professeur, « *Certificat d'aptitude au professorat industriel ou commercial* » ; professeur adjoint<sup>2</sup>, « *admissibilité au professorat industriel ou commercial ou à l'ENSET, diplôme Arts et Métiers, baccalauréat, DSES<sup>3</sup> commerce, DFES<sup>4</sup>, BSEPS<sup>5</sup>* » ; professeur technique chef de travaux et professeur technique chef d'atelier pour une profession déterminée<sup>6</sup>, « *Certificat d'aptitude à l'enseignement pratique* » (CAEP) ; contremaîtres et maîtresses d'atelier, « *recrutés sur concours* » ; maîtres et maîtresses auxiliaires, « *simple délégation* ».

L'article 157 de la loi de finances du 30 juin 1923<sup>7</sup> aligne le classement des contremaîtres sur celui des professeurs adjoints (titularisation, traitement)<sup>8</sup>. Cet article est abrogé par l'article 95 de la loi de finances du 31 mars 1931<sup>9</sup> qui modifie également la composition du personnel des ateliers des écoles techniques. Désormais existe un professeur technique chef des travaux par établissement et les chefs d'ateliers prennent le titre de professeurs techniques adjoints (PTA). Ces derniers encadrent des ouvriers instructeurs et, s'il y a lieu, des maîtresses ouvrières dont le recrutement est rendu nécessaire par l'augmentation du nombre d'établissements. Les ateliers des établissements de l'enseignement technique sont maintenant organisés un peu à la façon des établissements industriels.

---

<sup>1</sup> Décret du 12 juillet 1921. Bulletin législatif Dalloz. Lois, décrets, arrêtés, circulaires, etc. année 1921 n° 8-9, p. 489.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34387309q/date.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid.lang>  
FR

<sup>2</sup> Supprimé par le décret du 5 juin 1934.

<sup>3</sup> Diplôme supérieur des Écoles supérieures de commerce.

<sup>4</sup> Diplôme de fin d'études secondaires.

<sup>5</sup> Brevet supérieur de l'enseignement primaire supérieur.

<sup>6</sup> Fonderie, ajustage, menuiserie, forge, etc.

<sup>7</sup> Loi du 30 juin 1923 portant fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1923. Bulletin législatif Dalloz. Lois, Décrets, arrêtés, circulaires, etc. année 1923 n° 6, p. 371.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34387309q/date.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid.lang>  
FR

<sup>8</sup> Le traitement est versé moitié par les communes et par l'État.

<sup>9</sup> Loi du 31 mars 1931 portant fixation du budget général pour l'exercice 1921-1932. Bulletin législatif Dalloz. Lois, décrets, arrêtés, circulaires, etc. année 1923 n° 6, p. 371.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34387309q/date.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid.lang>  
FR

Le développement de l'enseignement technique se mesure par les créations successives de nouveaux certificats synonymes de diversifications, de spécialisation et d'élévation du niveau de formation des professeurs. Divers arrêtés définissent les conditions de délivrance de nouveaux Certificats d'aptitude au professorat (24 janvier 1927 : « *lettres-langues vivantes* » ; 24 décembre 1927 : « *commercial* » ; 19 janvier 1934 « *section B, dessin industriel* » ; 30 août 1934 : « *section A, sciences industrielle* » ; 1936 : « *section C art appliqué* »). La section B, dessin industriel, apparaît comme un cas particulier, en effet le professeur en charge d'un enseignement technique industriel se range dans la catégorie d'enseignement général (bien que le concours de recrutement comporte une épreuve de travail manuel, ajustage ou menuiserie au choix du candidat). Le décret du 14 février 1935, en remplaçant l'article 8 du décret 12 juillet 1921, officialise la dénomination des certificats d'aptitude au professorat industriel par des lettres A, B et C.

Ce dynamisme de l'enseignement technique, nullement troublé par son rattachement à l'instruction publique est appelé à se poursuivre. Une première consécration intervient en 1932 lorsque l'ENET obtient le qualificatif « supérieure », mais la guerre met à nouveau à mal l'ENSET, celle-ci change de nom en 1941 pour devenir l'« *École nationale préparatoire à l'Enseignement dans les Sections techniques des Collèges* » (ENPESTC). Comme de nombreuses autres lois votées par l'État français, la loi du 2 novembre 1941<sup>1</sup> est abrogée à la Libération. L'ENSET retrouve une vie normale. La création du baccalauréat technique et la prolongation de la durée de scolarité à l'ENSET ne peuvent que réjouir les partisans de l'enseignement technique, il manque cependant une seconde consécration : la préparation à l'agrégation.

### 6.6.3 La question de la délivrance d'agrégations par le technique.

Dans le climat favorable des discussions au sein de la commission Langevin cette idée d'agrégation dans le technique ne paraît pas impossible à obtenir. Elle est ainsi demandée par la CGT par la voix de Renaudeau (1946)<sup>2</sup>, directeur de l'ENSET, qui lors d'une intervention au congrès du SNET précise à propos de la formation des maîtres :

« ... recruter le supérieur dans le technique, [...] c'est dans ce but qu'on demande la création d'un baccalauréat technique, puis de la licence technique et même de l'agrégation technique. On doit, à partir du technique créer du supérieur ».

Cependant un vœu en ce sens, que Renaudeau qualifie de « *mesure d'unification et de justice* », est repoussé par la commission de la réforme<sup>3</sup>. Le but est d'admettre au concours de l'agrégation les professeurs titulaires du professorat des écoles normales techniques (et primaires). Mais le problème provient de la nécessité de posséder la licence, l'idée d'une licence technique avec certificats spéciaux (Canonge) inquiète Monod. Quant à Henri Wallon, nouveau président de la commission, il craint que la revendication d'examens spéciaux pour l'enseignement technique n'aille à l'encontre des

<sup>1</sup> Loi du 2 novembre 1941. Changement de dénomination de l'ENSET. *L'information universitaire*. 8 novembre, 3.

<sup>2</sup> Renaudeau Fernand (1946). Réforme de l'enseignement (intervention au congrès du SNET). *Le travailleur de l'enseignement technique*, 17, 11-13.

<sup>3</sup> A.N. 71/AJ63. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. PV de la 68<sup>e</sup> séance du 12 juin 1947 (dernière séance).

buts de la réforme et qu'en maintenant les différences avec l'enseignement classique, l'enseignement technique reste considéré comme « *parent pauvre* ». Il ne fait que reprendre ses propos tenus précédemment<sup>1</sup> qui préconisaient que « *l'ENS technique* » relève de l'École normale du second degré.

Les professeurs d'Écoles nationales d'Arts et Métiers ont des traitements égaux aux agrégés, mais leur supplément de traitement, dit d'agrégation, est lié à la fonction et non au titre. Une fois reçus au concours des professeurs d'Arts et Métiers ils pourraient donc facilement être les premiers représentants de ces « *agrégés technique* » (Chaussin, 1946)<sup>2</sup>. La question est posée devant le conseil supérieur de l'Éducation nationale<sup>3</sup>. Mais les mêmes causes produisent les mêmes effets. Il est bien trop tôt et les oppositions du second degré bien trop fortes, pour que le technique obtienne le droit de délivrer l'agrégation.

## 6.7 Le baccalauréat technique, un point d'appui pour l'avenir de l'enseignement technique

Entre 1945 et 1947, l'enseignement technique connaît un ensemble de transformations majeures articulées de manière cohérente. Ainsi ses missions sont redéfinies et redistribués vers un ensemble d'établissements appelés à former 80 % de la jeunesse. Les réformes engagées permettent les réorganisations administratives nécessaires, notamment une nouvelle structuration du réseau des établissements techniques<sup>4</sup>, hiérarchisés en trois degrés<sup>5</sup> et susceptibles de prendre en charge la formation des ouvriers et employés, des techniciens et des ingénieurs et cadres. Cette prise en charge par la direction de l'enseignement technique de près de 900 centres d'apprentissage, provoque un glissement vers le haut des finalités respectives de ses différents établissements et une élévation du niveau général des formations dispensées par l'enseignement technique.

Pour réussir cette restructuration les changements d'ordre didactique et pédagogique sont indispensables. C'est ainsi que l'ensemble des contenus d'enseignement sont réactualisés et harmonisés<sup>6</sup>. Ces nouveaux contenus et cette nouvelle organisation, au sein de laquelle une différenciation bien nette apparaît entre la formation professionnelle élémentaire et la formation technique, provoquent alors des besoins nouveaux en professeurs. Ce problème est partiellement résolu par la création *ex nihilo* de cinq Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA), par le développement conséquent des possibilités de recrutement et de la qualité de la formation offerte par l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET).

---

<sup>1</sup> A.N. 71/AJ64. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Maîtres ». PV de la 5<sup>e</sup> séance du 19 avril 1945.

<sup>2</sup> Chaussin est professeur aux Arts et Métier d'Ain. Chaussin (1946). Sur le recrutement des professeurs des E.N.A.M. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 10.

<sup>3</sup> A.N. Fontainebleau. 1990088 Art.1. Conseil supérieur de l'Éducation nationale. PV de la session des 24 et 25 février 1949.

<sup>4</sup> Ce qui nécessite des moyens en termes de matériels et de locaux non étudiés ici.

<sup>5</sup> Le terme degré couramment employé dans l'enseignement technique correspond aux degrés élémentaire (centre d'apprentissage) moyen (Écoles nationales professionnelles et collèges techniques) et supérieur (Arts et Métiers) et non aux premier, second et troisième degrés de l'Éducation nationale.

<sup>6</sup> Autour du triptyque dessin, technologie et travaux manuels pour la branche industrielle. Des changements du même ordre se produisent dans la branche à dominante commerciale et/ou sociale.

Dans ce schéma de réorganisation générale, la création du baccalauréat technique apparaît comme une conquête majeure de l'enseignement technique, même si elle est réalisée au prix fort pour des élèves surchargés de travail qui doivent assimiler les matières du baccalauréat moderne et les matières propres au baccalauréat technique. Elle est à la fois la résultante d'une application immédiate d'une proposition de la commission Langevin, l'une des rares réalisée d'ailleurs, et d'une mise en place « précipitée ». C'est, sans doute, la situation particulière d'après guerre et l'unité de vues entre la direction de l'enseignement technique, dominée par les communistes, et des professeurs qui ont su peser grâce à un syndicat qui appelle à « *la bataille de la production* », qui a permis cette réalisation. L'analyse des conditions de création du baccalauréat technique révèle néanmoins de nombreuses tensions liées à des enjeux à la fois internes et externes à l'enseignement technique.

### 6.7.1 Le baccalauréat technique et les enjeux internes à l'enseignement technique

Tout d'abord la création du baccalauréat technique peut ne pas apparaître comme indispensable. En effet les sections spéciales (ou théoriques) des ENP<sup>1</sup> existent et préparent depuis de nombreuses années aux Arts et Métiers. D'ailleurs, dès l'origine, le décret du 13 février 1903 précise que le but des Écoles nationales professionnelles (ENP) est de « *former des ouvriers instruits aptes à devenir contremaîtres et chefs d'atelier [...] préparer également aux concours d'admission dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers et aux autres écoles techniques de même degré.* ». S'arrêter à ce constat serait cependant oublier que le baccalauréat est le premier grade des universités et qu'il ouvre toutes les portes de l'enseignement supérieur<sup>2</sup> aux élèves de l'enseignement technique. Au-delà de la reconnaissance que cela procure à l'enseignement technique, cette institution lui ouvre des perspectives nouvelles pour pouvoir propulser à tous les échelons de l'Éducation nationale des hommes et des femmes<sup>3</sup> issus du sérail. Cet enjeu, à lui seul, justifie que les partisans de l'enseignement technique puissent accepter une création sans moyens. Pour eux, l'existence du baccalauréat technique apporte la preuve de la valeur culturelle des matières de l'enseignement technique, justifie la nécessité d'un humanisme technique et procure à l'enseignement technique une dignité égale à celle de l'enseignement moderne et classique.

Cependant sa création réveille les débats anciens<sup>4</sup> sur la finalité de l'enseignement technique, entre formation utilitaire et formation désintéressée. En premier lieu, en favorisant la poursuite d'études, le baccalauréat serait une « *arme à double tranchant* »<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Ce qui est vrai également pour certains collèges techniques (ex ECPI) et certaines sections industrielles des anciennes Écoles primaires supérieures.

<sup>2</sup> Un rectificatif au décret créant le baccalauréat technique paraît en ce sens : « *Quels que soient la nature et le nombre des séries ou mentions portées sur le diplôme, le grade de bachelier confère les mêmes droits et prérogatives, tant en ce qui concerne l'inscription dans les facultés et écoles de l'enseignement supérieur en vue des grades et titres délivrés par l'État qu'en ce qui concerne les concours d'admission aux grandes écoles du Gouvernement et les concours de recrutement des administrations publiques* ». Décret n° 46-926 du 6 mai 1946 rectificatif. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 754. Modification du régime des examens, rectificatif au BO n° 24 (supplément) du 13 mai 1946.

<sup>3</sup> En nombre extrêmement réduit, l'enseignement technique industriel est un milieu d'homme essentiellement.

<sup>4</sup> Débats présents dès l'origine de l'enseignement technique.

<sup>5</sup> *Op. cit.* (cf. § 5.5.3). Rabier Philippe (1947b). Au sujet du baccalauréat 2<sup>e</sup> partie. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 23, 21.

excluant de fait les élèves du technique, ce que résume très bien André Marty (1949)<sup>1</sup> lorsqu'il déclare :

« *Le Baccalauréat Technique, ardemment souhaité du dedans, a malheureusement sa forme actuelle imposée du dehors. On s'est borné à juxtaposer au Baccalauréat Moderne des épreuves techniques au lieu de réaliser une étroite coordination des disciplines. Il en résulte cet étrange paradoxe que deux tiers de nos élèves sont pratiquement écartés d'un examen qui fut créé pour eux.* »

Un second danger menace l'enseignement technique. Son incorporation au second degré, dont le baccalauréat technique est le symbole, menace la qualité du recrutement des emblématiques écoles d'Arts et métiers. En ne laissant plus le temps aux enseignants d'assurer une formation technique de qualité, le nombre trop important de cours d'enseignement général serait la porte ouverte au recrutement d'élèves du second degré « *aux médiocres qualifications techniques* ».

Les partisans de l'autonomie opposent l'incorporation de l'enseignement technique au maintien d'un verticalisme dont Fernand Renaudeau<sup>2</sup> se fait le porte-parole : « *Il est donc nécessaire de garder une liaison verticale entre les trois degrés. Le technique est un depuis les centres [d'apprentissage] jusqu'aux Arts et Métiers.* ». Mais le baccalauréat technique doit trouver sa place dans cette organisation indépendante au sein du second degré. Tirailé entre sa volonté de reconnaissance et la crainte de la perte de son identité, l'enseignement technique est confronté à un dilemme avec la création de ce baccalauréat, à la fois pas assez technique car il ne se distingue plus des autres baccalauréats, et trop technique, car il n'est pas reconnu avoir la même valeur que celle des autres baccalauréats.

Cependant, l'incorporation offre la perspective d'une voie à dominante technique dans le secondaire. Celle-ci débute dès la classe de sixième avec les classes nouvelles techniques pour se poursuivre, après le baccalauréat technique, dans les écoles d'ingénieurs et les facultés. Ainsi en s'installant en 1946 comme une position incontournable dans le parcours scolaire des études en France, le baccalauréat technique constitue-t-il les prémisses de ce qui pourrait devenir un « curriculum disciplinaire » à dominante technique.

### **6.7.2 Le baccalauréat technique et les enjeux externes à l'enseignement technique**

À la Libération, l'un des débats majeurs autour des réformes à venir est l'instauration de l'école unique. Cela supposerait l'incorporation de l'enseignement technique au second degré et la disparition de la direction de l'enseignement technique comme le réclame le second degré. Cependant le contexte, avec un syndicat en position de force, empêche cette intégration. Le technique reste donc une branche particulière avec ses professeurs d'enseignement général et ceux d'enseignements techniques théoriques et pratiques à finalité professionnelle. Mais entre le second degré et l'enseignement technique, les conflits d'intérêt continuent et se manifestent autant au niveau des

---

<sup>1</sup> *Op. cit.* Marty André (1947). Pour une réconciliation de la technique et de l'humain. *Technique Art Science*, 3, éditorial.

<sup>2</sup> Renaudeau Fernand (1946). Réforme de l'enseignement (intervention au congrès du SNET). *Le travailleur de l'enseignement technique*, 17, 11-13.

directions que du corps enseignant. La question de la formation des professeurs d'enseignement général est également source de divergence. Ainsi, à ceux qui voudraient une formation unique des professeurs du moderne, du classique et du technique, Philippe Rabier (1947a)<sup>1</sup> du SNET répond :

*« Nous avons appris depuis notre entrée dans l'Enseignement technique que nous n'enseignons pas le français, les mathématiques, comme dans les Collèges classiques et modernes ; nous avons un plus grand souci de l'exactitude, des applications numériques, des applications pratiques et, contrairement à ce que certains pensent, l'adaptation d'un cours de mathématiques, par exemple, aux exercices pratiques possibles aux ateliers demande des années de mise au point. Quand on a vécu la vie de nos écoles, on s'aperçoit que la distinction entre l'Enseignement général et l'enseignement pratique est loin d'être facile ; dans quelle catégorie classez-vous les professeurs de dessin industriel, de commerce, de dessin d'art, d'électricité ? »*

Avec la relative uniformisation des établissements au niveau du collège, un des enjeux devient alors l'orientation des élèves. La vocation première du baccalauréat technique est de sélectionner une élite parmi la masse de la jeunesse. L'enseignement technique qui fonde beaucoup d'espoir sur les classes nouvelles doit vite déchanter. Selon Fernand Canonge<sup>2</sup> rapportant « l'avis de l'enseignement technique » devant la commission pour la réforme, « la sélection ne se fait pas loyalement » car les meilleurs élèves sont dirigés presque exclusivement vers le classique et, « *Le technique ne reçoit que les déchet*s. ». Mais pour Monod qui défend les maîtres des classes nouvelles, cela résulte de préjugés sociaux dont les maîtres du secondaire ne sont pas responsables. Ainsi les préjugés à l'encontre du travail manuel et donc de l'enseignement technique ont la vie dure.

En 1945, il n'y a que vingt-cinq ans que l'enseignement technique a pris place « *au sein de la grande famille universitaire* », il ne possède ni l'expérience ni le poids de sa sœur aînée du second degré. C'est ainsi que l'instauration d'une agrégation technique et la question de l'accès aux classes préparatoires aux élèves du technique restera dans les cartons de la commission Langevin. Dès lors, l'institution du baccalauréat technique constitue le seul point d'appui pour partir à la conquête du secondaire.

### **6.7.3 Le baccalauréat technique, un capital pour l'enseignement technique à faire fructifier**

Point central d'une structure verticale parfaitement organisée, le baccalauréat technique est un acquis précieux pour l'ensemble des acteurs de l'enseignement technique comme le confirment l'empressement, l'énergie déployée et les concessions consenties pour obtenir sa création. Sa mission principale de sélection de l'élite en fait la vitrine de l'enseignement technique et un laboratoire pour tester et mettre au point des méthodes et des contenus ensuite étendus à l'ensemble du technique. Ainsi en est-il des trois matières du triptyque de l'enseignement technique. Que ce soit lors du

---

<sup>1</sup> Philippe Rabier (1947a). Second degré et enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 6-8.

<sup>2</sup> A.N. 71/AJ63. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. PV de la 56<sup>e</sup> séance du 27 février 1947.



développement de la notation fonctionnelle en dessin ou de l'arrivée dans les ateliers des machines-outils à commandes numériques, le baccalauréat technique est toujours le fer de lance de l'enseignement technique. En contribuant à former les futurs professeurs du technique et les futurs ingénieurs, il participe à une sorte d'autoreproduction qui ne peut être que bénéfique à l'enseignement technique. Mais c'est surtout avec le développement de la technologie de construction que l'enseignement technique s'engage dans une nouvelle voie. Pour prouver sa valeur culturelle, celui-ci met l'accent sur la mise au point de méthodes d'analyse destinées à la conception d'objets qui enrichissent les contenus d'enseignement en les dotant d'un caractère scientifique.

Souvent citée de manière anecdotique<sup>1</sup> l'importance de la création du baccalauréat a été jusqu'ici négligée. Elle constitue pourtant le premier acte d'un long processus de disciplinarisation qui conduit progressivement l'enseignement technique à se dissocier de sa finalité professionnelle et à tendre à devenir une discipline adoptant le format de celle, plus classique, du second degré. C'est à cette histoire didactique que cette thèse propose de donner un éclairage en privilégiant l'analyse de l'évolution des faits premiers que sont les méthodes et les contenus spécifiques à l'enseignement technique.

---

<sup>1</sup> Parfois confondu avec la création des lycées techniques (Day,1991) p. 192, le baccalauréat technique est souvent citée comme l'ancêtre du baccalauréat E (ce qui est vrai) mais sans aucun développement. Day Charles Rodney (1991). *Les écoles d'Arts et Métiers. L'enseignement technique en France, XIX<sup>e</sup> –XX<sup>e</sup> siècle*. Traduit de l'anglais par Jean-Pierre Bardos. Paris : Belin.

## 7. 1948 - 1958, l'essor avant les grands changements - Le paradigme des organes de machines

Une fois effacés les stigmates de la guerre, l'enseignement technique va vivre de beaux jours. Le développement économique renforce son importance stratégique et stimule son évolution. En octobre 1947, l'enseignement technique retrouve le sous-secrétariat d'État perdu en 1937 et promu secrétariat d'État en 1948 avec André Morice à sa tête. La décennie qui mène à la réforme Berthoin de 1959 voit cinq projets de réforme se succéder sans qu'aucun n'aboutisse. Cette période d'immobilisme apparent est cependant marquée par des changements importants pour l'enseignement technique. Les évolutions à venir sont en effet dictées par une conjoncture économique que résume parfaitement Françoise Meylan (1983)<sup>1</sup> :

*« À partir de 1950, la formation professionnelle va venir au premier plan des préoccupations par l'apparition d'une pénurie de main-d'œuvre qualifiée sans précédent. Dans ce contexte économique nouveau d'une industrialisation en pleine expansion, faisant appel à des technologies nouvelles, ce sont les formations professionnelles moyennes dites de 'technicien' qui font cruellement défaut. »* (p. 41).

Ainsi, alors que la mise en œuvre de nouvelles réformes piétine (Jean-Michel Chapoulie, 2006<sup>2</sup>, Luc Decaunes et Marie-Louise Cavalier, 1962<sup>3</sup>), l'enseignement technique se prépare à la mutation. La réforme Langevin, même enterrée, continue d'avoir des répercussions. Sans attendre la concrétisation des discussions qui prennent fin provisoirement en 1959, une dynamique s'enclenche. La réévaluation des missions de l'enseignement technique s'inscrit dans la logique de prolongation des études. L'allongement de la durée de formation et du niveau des futurs techniciens va de pair avec la recherche de nouvelles méthodes pédagogiques privilégiant des méthodes actives tandis qu'en arrière-plan perdure la volonté de la reconnaissance d'une valeur culturelle à l'enseignement technique.

La période 1948-1958 apparaît comme une période de transition et de renforcement de l'enseignement technique. Le développement de nouveaux outils et d'un vocabulaire adapté à l'étude des organes de machines est inscrit dans les lignes des programmes et les recommandations pédagogiques. Cette évolution est favorisée par l'action menée par des professeurs novateurs, anciens d'une école d'ingénieurs ou de l'ENSET ou encore professeurs d'ENNA. Tandis que certains se lancent sur les traces de Henry Le Chatelier et prônent l'avènement des sciences industrielles, d'autres développent la schématisation, l'étude fonctionnelle et l'analyse technique. Cependant si des décisions sont prises pour une amélioration qualitative de la formation des techniciens, l'augmentation quantitative de ces derniers n'est pas au rendez vous. Enfin, l'élévation effective de la durée et du niveau de formation des professeurs de

---

<sup>1</sup> Meylan Françoise (1983). De l'École nationale professionnelle au baccalauréat de technicien ou l'évolution d'une filière de l'enseignement technique. *Formation emploi*, 4, 29-46.

<sup>2</sup> Pour les aspects techniques et sociologiques. Chapoulie Jean-Michel (2006). Les nouveaux spécialistes des sciences sociales comme « experts » de la politique scolaire en France 1945-1962. *Genèses*, vol. 3, 164, 124-145.

<sup>3</sup> Decaunes Luc, Cavalier Marie-Louise (1962). *Réformes et projets de réforme de l'enseignement français de la Révolution à nos jours (1789-1960)*. Paris : IPN.

l'enseignement technique, synonyme de reconnaissance, ne trouve pas de consécration lors de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs.

## 7.1 La technologie expérimentale et les sciences industrielles

Dès la Libération, le recours aux méthodes actives dans l'enseignement technique est à l'ordre du jour. Le modèle qui prévaut est celui des pratiques expérimentales en sciences, cette « véritable révolution<sup>1</sup> » née lors de la réforme des lycées de 1902. Le « modèle » scolaire alors à l'œuvre est une interprétation minimaliste de « la méthode expérimentale » de Claude Bernard (1865)<sup>2</sup>. Dans le même temps, la revue *Technique Art Science* témoigne de l'influence de Henry Le Chatelier qui s'opposait à un enseignement de la technologie limitée à la présentation de monographies (Michel Letté, 2004)<sup>3</sup>.

### 7.1.1 La théorie naissante d'une technologie expérimentale

La technologie, inscrite au programme des centres d'apprentissage<sup>4</sup>, apparaît rapidement comme un moyen de valoriser l'enseignement technique. Ainsi, c'est en tant que membre du comité de rédaction de la revue *Technique Art Science* que Fernand Canonge se fait le porte-parole de la direction de l'enseignement technique. Il propose notamment de mettre la méthode expérimentale au service de la technologie :

« Le problème, c'est de faire de la technologie une discipline de l'esprit, c'est de lui donner une méthode de recherche et d'exposition qui permette de la comparer aux autres disciplines. À mon avis, la technologie est une discipline qui se rattache aux sciences expérimentales. » (Canonge, 1949)<sup>5</sup>.

Canonge distingue nettement la « valeur culturelle » de la technologie générale comparativement à la technologie pratique ou d'exécution, « très proche du geste et du travail ». C'est « la technologie générale qui doit tendre à se rapprocher des sciences expérimentales ; nous disons technologie générale car il n'y a pas de science du particulier, il n'y a de science que du général. ».

De son côté, Jean Lignon, professeur à l'ENNA de Paris et responsable de la rubrique sciences de la revue *Technique Art Science*, préconise pour l'enseignement des sciences industrielles la « méthode scientifique : expérience, observation des faits... », conception qu'il développe dans un article intitulé « La science et l'industrie » (Jean

---

<sup>1</sup> Goffard Monique (2007). Pratiques et démarches expérimentales. *Le Bup*, 898, 37-39.

<sup>2</sup> « Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale. 1<sup>o</sup> Il constate un fait ; 2<sup>o</sup> à propos de ce fait, une idée naît dans son esprit ; 3<sup>o</sup> en vue de cette idée, il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles. 4<sup>o</sup> De cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer, et ainsi de suite. L'esprit du savant se trouve en quelque sorte toujours placé entre deux observations : l'une qui sert de point de départ au raisonnement, et l'autre qui lui sert de conclusion. ». Bernard Claude (1865). *Édition électronique* (p. 35).

Bernard Claude (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Garnier-Flammarion, 1966.

Édition électronique. Collection : texte intégral.

[http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques\\_des\\_sciences\\_sociales/index.html](http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques_des_sciences_sociales/index.html)

<sup>3</sup> Letté Michel (2004). *Henry Le Chatelier (1850-1936) ou La science appliquée à l'industrie*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

<sup>4</sup> Il s'agit exclusivement de la technologie générale et professionnelle, la technologie de construction est alors réservée aux écoles moyennes et supérieures de l'enseignement technique.

<sup>5</sup> Canonge, Fernand (1949). Les Écoles normales nationales d'apprentissage : les problèmes pédagogiques propres à l'Enseignement technique. *Technique Art Science*, 3, 38-42.

Lignon, 1946)<sup>1</sup>. Dans ce qui s'apparente à une véritable « profession de foi », Lignon insiste sur l'importance de l'esprit scientifique qui règne dans l'industrie. Il s'agit de développer un enseignement qu'il situe entre la science pure, faite d'abstraction et « *qui ne provoque qu'un seul changement de la matière à la fois* », et la technologie qu'il juge trop descriptive et toujours en retard sur les derniers progrès de la technique industrielle. Proche de Henry Le Chatelier à qui il se réfère à plusieurs reprises, Lignon revendique une nouvelle discipline dispensant une formation spéciale précédant l'entrée du personnel dans l'industrie (chefs d'industrie, ingénieurs, contremaîtres, ouvriers), mais cette discipline scolaire reste à inventer. Les sciences industrielles sont dans l'air du temps, ainsi François Matray (1952)<sup>2</sup> également professeur d'ENNA cite Georges Friedmann :

« ... partant du concret, par l'observation et l'expérimentation, elle [la technologie] s'élève vers l'abstrait. Elle constate des effets techniques, en recherche les causes, et devient par sa méthode, une discipline de l'esprit, voisine de la science industrielle, telle que la définissait Henry Le Chatelier ». (p. 116).

Cependant ces déclarations d'intention font figure de théorie pédagogique et doivent se concrétiser dans les salles de cours et les ateliers.

### **7.1.2 Les manipulations techniques, une nouvelle méthode d'enseignement de la technologie**

Fernand Canonge (1958a, 1958b)<sup>3</sup>, dans deux articles, développe des exemples de « *la méthode à employer dans l'expérimentation* ». Il s'agit, à l'atelier, de faire participer les élèves en les orientant par des questions. L'objectif est qu'ils établissent eux-mêmes une méthode permettant de déterminer les facteurs qui interviennent dans un phénomène physique ou lors d'une opération d'usinage par exemple. Il donne l'exemple de la mesure de la dureté d'éprouvettes en acier trempé qu'il décrit de manière détaillée. L'expérimentation consiste d'abord à faire varier trois facteurs : la teneur en carbone de l'acier et les conditions de la trempe, c'est-à-dire la température de chauffe et la vitesse de refroidissement. Ensuite les élèves sont invités à constater les résultats à l'aide d'une simple lime. Les éprouvettes ainsi préparées peuvent aussi être utilisées pour des mesures plus précises, chiffrées, en recourant à des essais d'élasticité, de rupture, etc. En généralisant ce type d'expériences, il est alors possible, en prenant soin de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois, de définir « *parmi les facteurs possibles, les facteurs réels qui agissent sur le phénomène* ». Mais Canonge va plus loin, il propose de prévoir des séances et des programmes de « *manipulations techniques* ». Il s'agit d'organiser des activités particulières et désintéressées qui ne visent pas le rendement immédiat

---

<sup>1</sup> Lignon Jean (1946). La science et l'industrie. *Technique Art Science*, 2, 7-8.

Lignon Jean (1947). Un problème toujours actuel, La Science et l'Industrie (suite). *Technique Art Science*, 4, 21-22

Cet article en deux parties où l'auteur, professeur d'ENNA, prend position, est non signé et paraît dans la rubrique tribune libre.

<sup>2</sup> Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : PUF.

<sup>3</sup> Canonge Fernand (1958a). Pédagogie de l'expérimentation dans les enseignements techniques. *Le Cours Industriel*, 7, 193-194.

Canonge Fernand (1958b). Pédagogie de l'expérimentation dans les enseignements techniques (suite). *Le Cours Industriel*, 8, 225-227.

mais « prennent place dans le cours de technologie ». Ces manipulations<sup>1</sup> doivent permettre de combattre l'empirisme et la routine, « de former l'esprit à l'égal des autres disciplines intellectuelles, à faire acquérir plus sûrement les connaissances techniques ». Cependant ces objectifs ambitieux se heurtent à des contingences multiples.

### 7.1.3 Les raisons d'un échec

Cependant, seules certaines Écoles nationales professionnelles (ENP) et quelques collèges techniques (CT) importants possèdent un authentique laboratoire de type industriel permettant de mettre en œuvre un véritable enseignement expérimental de la technologie. Il s'agit par exemple du laboratoire industriel de métallurgie du Collège moderne et technique de Reims (Arqués, 1954, Pons, 1952,)<sup>2</sup> ou de celui de coutellerie de l'ENP de Thiers (Bufferne et Garmy, 1958)<sup>3</sup>. Ces deux établissements excellemment équipés bénéficient de soutiens financiers extérieurs à l'institution. Dans le cadre de la formation de leurs élèves, ils expérimentent et mettent au point des essais mécaniques, des procédés de fabrication (traitements thermiques et chimiques) et des tests de qualité à destination des industriels locaux ou nationaux parmi les plus prestigieux comme la SNCF et EDF.

Ainsi, à quelques exceptions près, l'enseignement expérimental de la technologie se résume finalement, comme le précise René Basquin (1958)<sup>4</sup>, à une démonstration d'atelier effectuée par le maître :

« ... en s'appuyant sur la démonstration pratique menée selon les cheminements de la méthode expérimentale, [les connaissances du métier et les méthodes de travail] permettent de dégager des règles dont la valeur est comparable aux lois scientifiques issues de l'observation, de l'expérimentation et de la mesure, de la déduction enfin. » (p. 256).

Tandis qu'en une dizaine d'années, un enseignement expérimental des sciences<sup>5</sup> voit le jour dans les centres d'apprentissage, la tentative de mettre au point un enseignement expérimental de sciences industrielles n'aboutit pas. Cet échec est confirmé par Larbec, ingénieur et sous-directeur de l'ENNA de Lyon, au cours d'un séminaire des inspecteurs de l'enseignement technique qui se tient en 1960. Dans son

---

<sup>1</sup> À l'époque le terme manipulation est utilisé soit pour décrire ce que l'on nomme habituellement comme « TP » (travaux pratiques) en physique par exemple (Rivolier, 1948), soit pour qualifier les appareils utilisés pour ces manipulations (Rivolier, 1947). Ce terme est également utilisé en biologie.

Rivollier J. (1948). Manipulation sur le moment d'inertie. *Technique Art Science*, 2, 46-48.

Rivollier J. (1947). Composition de deux forces parallèles et de même sens. *Technique Art Science*, 8, 62-63.

<sup>2</sup> Pons J. (1952). L'enseignement expérimental de la connaissance des métaux et des alliages métalliques dans un établissement d'Enseignement technique du second degré : présentation de l'organisation et du fonctionnement de l'atelier des traitements thermiques et des laboratoires du Collège moderne et technique de Reims. *Technique Art Science*, 1, 29-31.

Arqués A. (1954). Le laboratoire de métallurgie au Collège national technique de Reims durant l'année 1952-53 (suite et fin). Point de vue pédagogique. *Technique Art Science*, 9, 10, 17-19.

<sup>3</sup> Bufferne A., Garmy A. (1958). Le laboratoire industriel de l'École nationale professionnelle de Thiers. *Technique Art Science*, 119, 120, 87-97.

<sup>4</sup> Basquin René (1958). *Les enseignements pratiques dans les sections industrielles de garçons*. In Fernand Renaudeau (Dir.). Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

<sup>5</sup> Physique (mécanique et électricité) et chimie.

rapport sur l'enseignement de la technologie, il écrit : « *La salle de technologie, véritable laboratoire de l'enseignement technique, doit permettre de réaliser des expériences et des manipulations [...] j'ajoute que je n'ai vu encore aucune salle de ce genre... sauf dans un établissement privé* ». Cette note est citée par Yves Deforge (1964)<sup>1</sup>.

Les raisons de cet échec sont multiples (Christian Hamon, 2008)<sup>2</sup>, notamment la carence en appareils expérimentaux (trop chers) est un facteur déterminant. Le manque de manuels scolaires et de locaux adaptés, le défaut de fabricants de matériel didactique se conjuguent avec l'absence d'une tradition d'enseignement expérimental (annexe 7-1)<sup>3</sup>. Une autre cause probable est proposée par Henry Le Chatelier (1936)<sup>4</sup> lui-même dans sa conclusion du chapitre sur l'enseignement technique :

« *L'enseignement technologique sera nécessairement remplacé à plus ou moins bref délai par un enseignement scientifique d'une nature spéciale que j'appelle la science industrielle [...] Bien entendu, cette méthode d'enseignement suppose une connaissance très approfondie de toutes les sciences intervenant dans l'industrie étudiée. Elle peut donc seulement convenir à des jeunes gens qui ont reçu une instruction scientifique générale correspondant au niveau de l'enseignement supérieur et qui la par suite sont disposés à continuer leurs études jusqu'à un âge relativement avancé. Vouloir faire de la science industrielle à l'usage d'étudiants insuffisamment préparés conduirait à se contenter d'un simple verbiage plus nuisible qu'utile.* » (p. 290).

Cependant ces essais ont permis de mûrir de nouvelles méthodes d'enseignement qui tendent à donner un caractère scientifique à l'enseignement technique. Ces tentatives préfigurent d'une certaine manière les enseignements de physique appliquée et de technologie dispensés à partir des années 1990 dans les laboratoires des sections de baccalauréat technologique des séries STI (Sciences et technologies industrielles).

## **7.2 La technologie de construction et un nouveau type de schéma**

Pendant que la technologie générale et professionnelle tente de se hisser au rang de sciences industrielles, la technologie de construction introduite dans les programmes des collèges techniques offre des perspectives nouvelles à l'enseignement technique moyen. Un manuel va jouer le rôle de déclencheur avec, notamment, l'introduction d'un nouvel outil, le schéma.

### **7.2.1 Les perspectives nouvelles offertes par la technologie de construction**

Le premier manuel de technologie de construction à l'intention des élèves des collèges techniques dont il développe le programme est rédigé par Georges Lenormand et Raymond Mignée (1949)<sup>5</sup>. Georges Lenormand est ancien élève de l'ENSET, chef de travaux graphiques à l'École des Mines de Paris et Raymond Mignée, ingénieur du

<sup>1</sup> Deforge Yves (1964). Quelques réflexions sur les manipulations. *Le Cours Industriel*, 2, 33-36.

<sup>2</sup> Hamon Christian (2008). *La méthode active d'enseignement expérimental dans l'enseignement technique, la revue « Technique Art Science » comme témoin*. Master recherche. UMR STEF, ENS Cachan, INRP, UniverSud Paris.

<sup>3</sup> Annexe 7 : comparaison de la réussite de l'implantation des sciences expérimentales et industrielles dans l'enseignement élémentaire et moyen.

<sup>4</sup> Le Chatelier Henry (1936). *De la méthode dans les sciences expérimentales*. Paris : Dunod.

<sup>5</sup> Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I*. Paris : Foucher.

Conservatoire des Arts et Métiers. Ils sont tous deux professeurs de dessin à l'École Dorian<sup>1</sup>. Pour ces professeurs aguerris, il s'agit « *d'aller plus loin qu'on ne l'a fait jusqu'ici* » comme le précise l'avertissement qui débute leur ouvrage. Ils ont un « *plan* » pour mettre en œuvre un « *enseignement judicieusement compris [...] de la technologie de construction* ».

Pour permettre aux élèves de « *dégager l'esprit des constructions* », leur idée est de mettre en évidence les principes immuables qui permettent de remplir les « *fonctions simples* » (liaison, guidage, centrage, étanchéité, graissage) que l'on rencontre dans les différents organes de machine. Pour cela, chaque fonction étudiée séparément « *montre qu'un même fonctionnement peut être assuré de diverses façons ; autrement dit, chaque problème comporte plusieurs solutions* ». Ensuite, « *les solutions actuellement les meilleures ou les plus courantes* » sont étudiées et classées logiquement. Enfin, l'élève peut étudier les organes de machine : palier, excentrique, robinet, boîte de vitesses, etc. (Georges Lenormand et Raymond Mignée, 1950, tome II)<sup>2</sup>.

L'objectif poursuivi par Lenormand et Mignée est d'exercer l'esprit critique des élèves. Le but est de leur permettre d'analyser les fonctions remplies par les divers éléments qui constituent les organes de machine et de justifier les solutions adoptées. Il s'agit là d'un saut qualitatif considérable. En effet comme le précisent les auteurs, on est bien loin de la méthode bornée au « *recensement et à la description fastidieuse d'un grand nombre de machines* ». En étudiant « *les règles de la construction* » avec les élèves, la technologie ouvre des perspectives nouvelles à l'enseignement technique moyen, elle oriente en effet celui-ci vers l'étude de la conception des mécanismes et dépasse ainsi le cadre de la simple fabrication.

Pour atteindre ces objectifs nouveaux, les deux professeurs de technologie de construction ont recours au schéma. Cet usage est nouveau dans la mesure où le schéma se distingue du dessin technique ou industriel utilisé pour la fabrication des pièces.

### **7.2.2 Le schéma, un nouvel outil au service de la technologie de construction**

Georges Lenormand et Raymond Mignée n'ont pas cherché à décrire dans le détail de nombreux types d'appareils mais au contraire, ils ont choisi de se borner à indiquer, à l'aide de schémas, les caractéristiques de leur fonctionnement. C'est ainsi que Lenormand et Mignée concrétisent la notion de description organique indiquée dans les programmes des collèges techniques.

Avant l'avènement de la technologie de construction, le dessin explicatif est d'usage courant dans les ouvrages de technologie, notamment ceux destinés aux classes des Écoles primaires supérieures (annexe 6-6 et annexe 7-2)<sup>3</sup>. En revanche, l'usage du schéma est rare, celui-ci est réservé aux cours de mécanique. En effet, dans les manuels de mécanique, les schémas, peu nombreux, sont utilisés principalement pour étudier les

---

<sup>1</sup> Une des écoles de la ville de Paris. Celle-ci forme des techniciens qualifiés. Des classes préparent au baccalauréat technique et aux Arts et Métiers.

<sup>2</sup> Lenormand Georges, Mignée Raymond (1950). *Technologie de construction. Tome II*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Annexe 7 : le dessin figuratif d'un usage courant dans les manuels de technologie des Écoles primaires supérieures (EPS).

systèmes bielles-manivelles auxquels sont associés un ou plusieurs pistons<sup>1</sup> (annexe 7-3)<sup>2</sup>. À l'époque, ce type de schéma n'est pas qualifié par un adjectif particulier. Cependant en reprenant la classification proposée par Jean-François Vezin (1980)<sup>3</sup>, il s'agit de schémas figuratifs de type explicatif, tandis que les schémas mis en œuvre en technologie de construction sont des schémas descriptifs (annexe 7-4, tab. 7-1 *infra*)<sup>4</sup>.

Le schéma explicatif met en évidence le principe sous-jacent. Il aide à la compréhension de l'interaction de principes (Roget, 1984). Tandis que le schéma descriptif met en évidence les caractéristiques telles qu'elles apparaissent effectivement ; il y a isomorphisme du schéma descriptif et de la structure spatiale des objets dont le schéma représente la catégorie (Weil Fassina, 1973). Le schéma descriptif répond à la fonction importante de médiation entre la formulation d'un concept abstrait et la constitution d'une représentation mentale de ce concept (Arnaud, 1984). Le schéma descriptif se révèle donc un outil parfaitement adapté à l'apprentissage, notamment pour l'étude d'organes existants ou à concevoir.

Les schémas descriptifs vont connaître un grand succès, notamment ceux utilisés pour la représentation des liaisons mécaniques élémentaires. Il n'existe pas encore de terme spécialisé pour nommer ces schémas qui représentent la structure d'un mécanisme. L'appellation « *schéma fonctionnel* » (annexe 7-5)<sup>5</sup> est proposée en 1959 (Armand Giet et Raymond Pasquet, 1959)<sup>6</sup>. Une étude de Jean Tourancheau (1951)<sup>7</sup> recense les différents types de schéma utilisés à l'époque (annexe 7-6)<sup>8</sup>. Mais ce professeur de dessin à l'ENNA de Paris est sceptique sur le bien-fondé de « *créer des symboles représentatifs (à normaliser), sorte de code.* ». Cependant, petit à petit, se développe une technique de représentation des mécanismes sous forme de schémas cinématiques. Des symboles voient le jour et finissent par être normalisés en 1974 (annexe 7-7)<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> Lors de l'étude des moteurs thermiques à vapeur puis à combustion interne (essence ou diesel).

<sup>2</sup> Annexe 7 : systèmes bielles manivelles auxquels sont associés un ou plusieurs pistons.

Guillot L. (1918). *Cours de mécanique. Tome 4, Moteur à gaz et à pétrole*. Paris et Liège : Béranger.

Gouard E., Herniaux G. (1939). *Mécanique. Complément au cours élémentaire de mécanique industrielle. Deuxième partie*. Paris : Dunod

<sup>3</sup> Vezin Jean-François (1980). *Complément du verbal et du non verbal dans l'acquisition de connaissances. Monographie française de psychologie*. Paris : CNRS.

<sup>4</sup> Annexe 7 : dessin illustratif et schémas figuratifs correspondants.

Rouelle M. (1930). *Cours de technologie industrielle (construction mécanique). Livre 1. Métaux et matières diverses – organes de machines. 6e édition*. Paris : École spéciale de travaux publics.

Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 7 : apparition de l'appellation « schéma fonctionnel ».

<sup>6</sup> Giet Armand, Pasquet Raymond (1959). *Technologie de construction. Tome 3. Organes de machines*. Paris : Dunod.

<sup>7</sup> Tourancheau Jean (1951). Le schéma. *Technique Art Science*, 7, 33-38.

<sup>8</sup> Annexe 7 : différents types de schéma non normalisé, d'après un dessin technique.

<sup>9</sup> Annexe 7 : symbole des liaisons élémentaires.




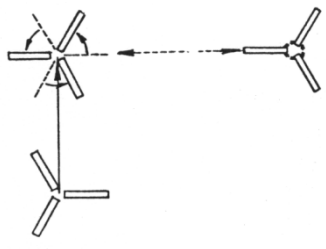

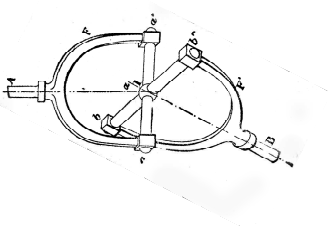
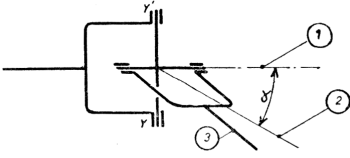
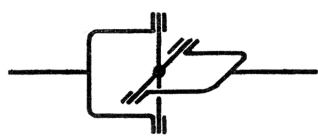
Dessin illustratif	Schémas figuratifs	
	Schéma explicatif	Schéma descriptif
<p>1</p>  <p>Conforme à cl<sub>5</sub>, cl<sub>6</sub> et cl<sub>7</sub></p>	<p>2</p>  <p>Ve - Syn - Exp - C<sub>2</sub></p>	<p>3</p>  <p>Ve - En - Des - C<sub>2</sub></p>
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 

Tableau 7-1 : dessin illustratif et schémas figuratifs (détails en annexe 7-4)

### 7.3 De l'étude des fonctions à l'analyse technique

Tandis que les sciences industrielles mettent en avant l'observation et l'expérimentation (ou manipulation), la technologie de construction se dote, avec une nouvelle forme de schémas, d'un outil descriptif efficace. Cependant cela ne semble pas suffisant. Il manque encore un vocabulaire adapté à l'étude et à la description fonctionnelle des organes de machines existantes. De la même façon il n'existe pas de méthode, ni d'outils d'analyse adaptés à l'étude de conception de ces mêmes organes. Tout cela reste à inventer.

#### 7.3.1 La notion de fonction, prélude à de nouvelles méthodes d'analyse des organes de machines

C'est un second manuel de technologie de construction qui annonce ces évolutions. Il est rédigé par Armand Giet, ingénieur Arts et Métiers et chef de travaux pratiques<sup>1</sup> à l'ENIAM de Paris et Raymond Pasquet, ancien élève de l'ENSET et professeur au lycée Chaptal (Armand Giet et Raymond Pasquet, 1953)<sup>2</sup>. Cet ouvrage est destiné aux élèves

<sup>1</sup> Puis plus tard chef du laboratoire de résistance des matériaux à l'ENIAM de Paris. Il rédige deux manuels de mécanique appliquée avec Lucien Géminard.

<sup>2</sup> Giet Armand, Pasquet Raymond (1953). *Technologie de construction. Tome I, liaison des pièces mécaniques*. Paris : Dunod.  
Pasquet Raymond (1955). *Technologie de construction. Tome II. Fonctions mécaniques élémentaires*. Paris : Dunod.

des Écoles nationales professionnelles, des collèges techniques et à la préparation au baccalauréat technique et du brevet professionnel<sup>1</sup> de dessinateur.

La préface signée par E. Mareine, ancien inspecteur général de l'enseignement technique, est significative des changements à venir. Celui-ci développe un vocabulaire nouveau autour de la notion de fonction. Faisant remarquer qu' « *un organe quelconque, même simple, exige que plusieurs fonctions mécaniques soient satisfaites* », il introduit les notions de fonctions principales, de fonctions secondaires et de fonctions parasites. La technologie de construction devient alors « *un exercice de synthèse, complément indispensable de l'étude analytique* », qui a pour but d'inculquer aux élèves « *une méthode de recherche telle qu'ils soient capables de faire une étude critique d'une construction existante ou de résoudre un problème simple de construction.* ». C'est ainsi que le manuel propose un exercice original (annexe 7-8)<sup>2</sup> dans lequel les élèves doivent, après avoir distingué sur un croquis « *pièce, organe et mécanisme d'une bicyclette* », reconnaître les différentes fonctions mécaniques élémentaires.

Ainsi la technologie de construction apparaît comme l'élément moteur du développement de l'enseignement technique. Avec elle, des notions nouvelles voient le jour. La forme fonctionnelle, « *forme constructive simple prévue pour faire partie d'un assemblage simple ou mobile* », s'inscrit dans la formulation de vérités anciennes mais tuées jusque-là. Les questions nouvelles qui se posent peuvent alors se résumer de la façon suivante : à quoi sert une construction mécanique (machine-outil, moteur) ? Comment faire pour satisfaire ce que l'on n'appelle pas encore à l'époque un besoin ? L'introduction du manuel de Giet et Pasquet donne un début de réponse :

« *... l'adaptation d'un appareil ou d'une machine à une fin particulière résulte de la combinaison, de la synthèse des effets produits par des organes mécaniques, chaque organe étant capable de remplir un rôle élémentaire déterminé.* »

L'expression de cette évidence est une nouveauté dans l'enseignement technique moyen et l'étude des fonctions va donner lieu à de nombreux développements, notamment à la construction progressive d'outils et de méthodes d'analyses.

### **7.3.2 L'observation, base de l'analyse des fonctions**

L'étude des fonctions reçoit une définition officielle en 1953 et les instructions qui accompagnent les nouveaux programmes des Écoles nationales professionnelles (ENP) en précisent le but :

« *... mettre en évidence les principales fonctions que les organes des différentes machines ont à remplir. Chaque fonction doit être analysée, afin d'en dégager les caractères essentiels qui, eux-mêmes, déterminent les formes, les dimensions, la matière des pièces, dans les divers types de machines.* »

Néanmoins, ces instructions restent vagues. Un tel enseignement apparaît comme nouveau. Aussi ce n'est qu'en 1957, dans un éditorial de la revue *Le Cours Industriel* que

---

<sup>1</sup> Diplôme créé en 1931. Décret du 1<sup>er</sup> mars 1931. Relatif au brevet professionnel. JO du 7 mars 1931, p. 2725.

<sup>2</sup> Les prémices de l'analyse fonctionnelle.

Fernand Canonge (1957)<sup>1</sup> jette les bases de l'étude fonctionnelle. Pour mener à bien ce type d'étude, Il privilégie l'observation. Selon son point de vue, l'étude méthodique d'un objet ou d'un appareil a « *pour point de départ la fonction à remplir par l'objet* ». Cette étude doit permettre de répondre à deux questions : « *Quelle fonction assure cet appareil ? Comment est-il construit pour que sa fonction soit assurée ?* ». L'étude fonctionnelle de l'objet, au repos ou en mouvement, permet alors de poser « *le problème général devant lequel s'est trouvé placé le constructeur de l'objet* ». Ensuite, il s'agit de faire établir à l'élève le « *schéma de structure* » pour lui montrer « *comment la fonction détermine la structure de l'objet* ».

Il y a là une vision nouvelle, un renversement dans l'analyse : l'objet n'est plus une combinaison d'organes en vue d'une fin particulière mais une fonction à remplir qui détermine la manière dont il est construit. Vu sous cet angle, l'objet, concept plus global et plus abstrait que l'organe ou le mécanisme, devient la solution particulière d'un problème général. L'étude fonctionnelle est née.

### 7.3.3 De l'étude fonctionnelle à l'analyse technique

L'étude fonctionnelle n'est pas une nouvelle matière d'enseignement, elle existe davantage comme un élément nouveau dans l'enseignement de la technologie. André Campa (1958b)<sup>2</sup>, inspecteur général de l'enseignement technique, en précise la doctrine officielle, « *toute étude technologique comprend une étude fonctionnelle théorique* » qui a pour but de mettre en évidence « *le principe des différentes solutions apportées à la résolution d'un problème pratique et l'analyse de réalisations industrielles* ». Il donne à l'attention des professeurs des exemples de plan de leçon de technologie de construction. En voici un :

- « - Observer le plan d'une réalisation industrielle ou un ensemble fabriqué ;
- En faire l'analyse fonctionnelle et en déduire le principe et les conditions de fonctionnement. L'expérimentation peut utilement aider à faire cette analyse ;
- Schématiser et définir le problème résolu ;
- Poursuivre l'analyse des formes et étudier :
  - les possibilités de démontage,
  - la fabrication d'une ou plusieurs pièces ;
- Imaginer une nouvelle solution en modifiant légèrement les données du problème. » (p. 131).

Cependant le terme d'étude fonctionnelle va être supplanté par celui d'« analyse technique ». L'expression analyse technique est relevée pour la première fois dans un article publié sous la plume d'un professeur de l'ENNA de Paris (Marcel Desbois, 1958, p. 144)<sup>3</sup> dans la revue *Le Cours Industriel*. L'analyse technique y est présentée, à l'aide d'un tableau (annexe 7-9)<sup>4</sup>, comme « *la matière technique de la leçon* », c'est-à-dire son contenu. *Le Cours Industriel* joue un rôle très important dans la diffusion des innovations

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1957). Pédagogie de l'observation, éditorial. *Le Cours Industriel*, 3, 65-66.

<sup>2</sup> Campa André (1958b). L'enseignement de la Technologie de Construction, éditorial. *Le Cours Industriel*, 5, 129-131.

<sup>3</sup> Desbois Marcel (1958). Étude des organes de la distribution, spécialité réparateur automobile. *Le Cours Industriel*, 5, 143-148.

<sup>4</sup> Annexe 7 : analyse technique préalable à une leçon.

pédagogiques. C'est ce que constate Ignace Rak (2005, p. 81)<sup>1</sup>, alors IA IPR<sup>2</sup> honoraire en sciences et techniques industrielles, dans son analyse des revues de l'enseignement technique industriel : « *Manifestement ce sont les centres de formation de professeurs qu'étaient les ENNA qui pilotent la revue, consacrant celle-ci comme une référence nationale de la didactique et de la pédagogie* ». Mais au-delà des professeurs d'ENNA et des inspecteurs, la revue ouvre ses colonnes aux professeurs novateurs, qui présentent alors leurs façons de procéder. C'est ainsi que M. Baudo (1958)<sup>3</sup>, professeur anonyme au collège technique de Vitry-sur-Seine propose un cadre formel « *d'analyse fonctionnelle* ». Il développe un exemple sur le principe de l'analyse technique présenté par Marcel Dubois. Son article apparaît comme l'aboutissement des réflexions menées depuis la parution de l'ouvrage de Georges Lenormand et Raymond Mignée<sup>4</sup>. La leçon a été développée pour des élèves de première année de centre d'apprentissage. Ainsi « *l'élément à étudier* » (une toiture dans l'article) est-il décomposé en « *fonctions à satisfaire ou conditions à remplir* » (étanchéité, solidité, etc.). Chacun des « *facteurs intervenant dans la détermination de la fonction* » (pluie, humidité, etc., dans le cas de l'étanchéité par exemple) est l'objet d'une étude. Enfin, « *... l'étude de l'action des facteurs* » (l'eau s'accumule, par exemple) permet de définir des « *solutions partielles* » (pans de toiture, recouvrement, pente, etc.) et d'aboutir à la « *synthèse et solutions définitives* »

(1° les pentes sont nécessaires, 2° la pente des toitures est fonction de la région, etc.). La méthode est illustrée par deux tableaux. Le premier tableau (annexe 7-10)<sup>5</sup> présente l'analyse technique, le second (tab.7-2, annexe 7-11)<sup>6</sup> généralise la méthode. Cette méthode, très novatrice, impose la création d'un nouveau vocabulaire et d'une nouvelle présentation. Ainsi la décomposition du problème sous forme d'un arbre<sup>7</sup> est-elle particulièrement remarquable puisque ce type de présentation s'apparente au diagramme FAST<sup>8</sup>, normalisé et utilisé dans l'analyse fonctionnelle à partir des années 1980<sup>9</sup>. À la même époque, des évolutions similaires se produisent outre-Rhin, il est possible que Baudo ait eu connaissance de l'ouvrage de Hans Tschochner (cf. *infra*).

---

<sup>1</sup> Rak Ignace, Favier Josette (2005). *Environnement de la revue Technique Art Science (T.A.S.). Les autres revues didactiques et pédagogiques de l'enseignement technique (1930-2005)*. Recherche du laboratoire UMR STEF de l'ENS CACHAN. Analyse des articles publiés dans la revue *Technique Art Science* (1946-1977) sous la direction de Joël Lebeaume et Jean Lamoure.

<sup>2</sup> Inspecteur d'académie, inspecteur pédagogique régional.

<sup>3</sup> Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-180.

<sup>4</sup> Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 7 : tableau d'analyse technique sous forme d'un arbre.

<sup>6</sup> Annexe 7 : cadre formel « d'analyse fonctionnelle ».

<sup>7</sup> Selon la terminologie utilisée par Jacques Bertin, 1967, p. 276. Bertin Jacques (1967). *Sémiologie graphique*. Paris : Gauthier-Villars. Paris-La Haye : Mouton & Cie. Paris : École pratique des Hautes Études. Avec le concours du CNRS.

<sup>8</sup> Function Analysis Systems Technique (FAST) ou diagramme fonctionnel logique, développé aux États-Unis et introduite en France seulement vers la fin des années 1980 (cf. § 11 et 12).

<sup>9</sup> FD X 50-153. Analyse de la valeur - Recommandation pour sa mise en œuvre. (AFNOR 1985).

ÉLÉMENTS A ANALYSER	FONCTIONS A SATISFAIRE OU CONDITIONS A REMPLIR	FACTEURS INTERVENANT DANS LA DÉTERMINATION DE CHAQUE FONCTION OU CONDITION	ÉTUDE DE L'ACTION DES FACTEURS	SOLUTIONS PARTIELLES	SYNTHÈSE ET SOLUTION DÉFINITIVE
1 <sup>er</sup> élément à analyser	1 <sup>re</sup> fonction ou condition	1 <sup>er</sup> facteur	Effets — Conséquences	1 <sup>re</sup> solution	Solutions
		2 <sup>e</sup> facteur		2 <sup>e</sup> solution	
	2 <sup>e</sup> fonction ou condition etc.....	1 <sup>er</sup> facteur			

Tableau 7-2 : tableau d'analyse fonctionnelle (Baudo, 1958)

### 7.3.4 L'apport de la technologie allemande

Le manuel de l'ingénieur d'étude de Hans Tschochner (1957)<sup>1</sup> édité en Allemagne en 1954 est traduit en français trois ans plus tard. Ce remarquable ouvrage constitué de deux parties « Construire » et « Réaliser » décrit de façon méthodique « les règles de l'art » générales et particulières pour mener l'étude industrielle des pièces détachées<sup>2</sup> de mécanique de précision. Selon l'auteur, il existe dans une construction quatre éléments de base qui permettent que « l'idée initiale se matérialise sous la forme d'un produit fini ». Ces éléments sont « le principe de fonctionnement », « les matières premières », « la forme » et « les dimensions ». Ils forment un « circuit fermé » que l'auteur représente à l'aide d'un schéma (fig. 7-1, annexe 7-12)<sup>3</sup>. Il s'agit en fait de décrire une méthode générale de conception.

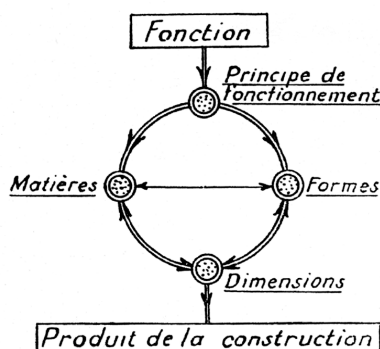


Figure 7-1 : les quatre éléments de base d'une construction selon Hans Tschochner (1957).

Les flèches indiquent le déroulement des différentes phases qui mènent de l'« exigence du client » et donc de la « fonction » au « produit de la construction ». Toujours selon Hans Tschochner, dans ce « processus logique » d'élaboration, l'ingénieur d'étude doit tenir compte de « l'influence réciproque » et des « interdépendances » entre chacun des quatre éléments de base et des nombreux facteurs extérieurs que ceux-ci subissent afin de donner « au produit fini une véritable unité organique ».

Ainsi la construction se mène par l'analyse des dépendances, entre les éléments pris deux à deux, combinée à une étude aussi exhaustive que possible des facteurs extérieurs (annexe 7-13)<sup>4</sup>. Cette étude est complétée par un « plan méthodique d'examen des matières premières » qui doit permettre de définir si celles-ci

<sup>1</sup> Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles.

<sup>2</sup> Là encore il s'agit d'organes de machines.

<sup>3</sup> Annexe 7 : les quatre éléments de base d'une construction.

<sup>4</sup> Annexe 7 : influences des quatre éléments de bases et des facteurs extérieurs déterminant une construction.

sont « parfaitement indiquée pour l'emploi envisagé, [...] juste satisfaisante<sup>1</sup>, [ou] à rejeter » (annexe 7-14)<sup>2</sup>. En guise de conclusion, l'auteur propose à l'aide d'un schéma (annexe 7-15)<sup>3</sup> une synthèse des notions « construire et réaliser », deux aspects distincts d'un même travail, en effet, la préface à l'édition française définit les termes « construire » comme « mener à bien une étude dans son ensemble » et « réaliser » comme « mener à bien l'étude de chaque pièce de détail ».

Cet ouvrage a eu une influence certaine en France, ainsi la notion de logique est mise en valeur par Gilbert Simondon (1958)<sup>4</sup> (cf. § 8. 3. 2) puis par Louis Couffignal (1963)<sup>5</sup> (cf. § 8. 3. 3) et développée par Lucien Géminard (1966)<sup>6</sup> (cf. § 8. 3. 4). La parution en France de « Construire et réaliser » contribue pour une part à la constitution de l'analyse technique, mais celle-ci demande encore à être précisée. Ce travail sera l'œuvre de Fernand Canonge qui reprend et développe dès 1959<sup>7</sup> (cf. § 8. 3. 2) la notion d'interdépendance et ouvre ainsi la voie au développement d'un champ de l'enseignement technique entièrement nouveau.

## 7.4 Les évolutions du baccalauréat technique

Les premiers changements qui affectent les programmes du baccalauréat technique interviennent en 1956<sup>8</sup>. Celui-ci est alors installé dans le paysage de l'enseignement technique.

### 7.4.1 L'alignement sur le modèle du second degré

Les changements dans la série mathématiques et technique s'inscrivent dans le cours des évolutions générales qui concernent tous les élèves du second degré. Les programmes tendent à réduire « le temps et l'effort consacrés [...] à des acquisitions de détails » pour leur substituer « des travaux qui les entraînent à la recherche personnelle et aiguisent leur réflexions et leur jugement »<sup>9</sup>. C'est ainsi que les programmes des classes TM<sup>10</sup> (technique mathématiques) préparant au baccalauréat technique « A »<sup>11</sup> dans des sections théoriques industrielles sont allégés en sciences naturelles. A

---

<sup>1</sup> L'analyse de la valeur fera, bien plus tard, référence au « juste nécessaire ».

<sup>2</sup> Annexe 7 : plan méthodique d'examen des matières premières.

<sup>3</sup> Annexe 7 : synthèse des notions « construire et réaliser ».

<sup>4</sup> Simondon Gilbert (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier. Voir aussi entretiens filmés : <http://www.youtube.com/watch?v=7FjNb-fuRyk>

<sup>5</sup> Couffignal Louis (1963). *La cybernétique*. 1<sup>re</sup> réédition 1966. Paris : PUF.

<sup>6</sup> Géminard Lucien, Gros La Faige F. (1966) *Construction mécanique. Éléments des projets. Tomes I et II*. Paris : Dunod.

<sup>7</sup> Canonge Fernand (1959d). Une méthode d'analyse technique ou des interdépendances. *Technique Art Science*, 3, 45-47.

<sup>8</sup> Arrêté du 23 novembre 1956. BO n° 42 du 29 novembre 1946, p. 3007. Programmes de l'enseignement du second degré, des Écoles normales d'instituteurs et d'institutrices et des classes de l'enseignement technique préparant au baccalauréat.

<sup>9</sup> Arrêté du 23 novembre 1956. BO n° 42 du 29 novembre 1946, p. 3007. Programmes de l'enseignement du second degré, des Écoles normales d'instituteurs et d'institutrices et des classes de l'enseignement technique préparant au baccalauréat.

<sup>10</sup> MEN. Brochure 443 Pg/TE. 100 Te-§ 3/C. (1956). Écoles nationales professionnelles – Programmes particuliers – Section théorique industrielle – Préparation au Baccalauréat Technique et aux Écoles Nationales d'Ingénieurs Arts et Métiers. Direction de l'enseignement technique. Institut pédagogique national.

<sup>11</sup> La distinction existe avec les classes techniques économiques depuis la création du baccalauréat technique B en 1953.

*contrario*, la programmation des contenus des cours relatifs au triptyque de l'enseignement technique sont légèrement étendus. Cependant le décret ne modifie pas les programmes des épreuves d'examen mais uniquement ceux des programmes d'enseignement avec qui ils étaient jusque-là confondus. Le programme est présenté de manière plus conventionnelle, par matière avec l'indication des horaires (annexe 7-16)<sup>1</sup>. Mais la véritable nouveauté réside dans la répartition officielle des programmes sur trois années au lieu des seules classes de première et terminale<sup>2</sup>. La classe de seconde TI (technique industrielle) devient donc officiellement partie intégrante de la préparation au baccalauréat technique. Celui-ci s'organise ainsi sous forme d'une voie qui débute après la classe de troisième, plus en conformité aux normes disciplinaires du second degré.

#### 7.4.2 Des programmes qui se scientifisent

L'analyse de ces programmes montre que les contenus à enseigner sont marqués par l'organisation scientifique du travail et l'influence des évolutions technoscientifiques. Les changements significatifs concernent le dessin avec, en classe de première, la rédaction de notices technologiques ou de fabrication et de comptes rendus, et en terminale les notions d'organisations du travail (le dessin prend alors le nom de construction mécanique). La référence à l'usinage à la main disparaît des programmes ainsi que la dénomination travail manuel qui devient travaux pratiques. Ce programme s'inscrit dans une vision où il faut préparer les élèves à « *l'amélioration de la production* » dans un « *atelier organisé avec le même soin que les usines* » (Campa, 1958a)<sup>3</sup>. Il s'agit alors d'établir des feuilles de prix de revient, des bons de travail et des gammes de fabrication incluant le choix des modes de travail, des circuits d'usinage, les moyens de contrôle et d'avancement. Le contrôle et l'avancement du travail sont assurés par l'utilisation de diagrammes et de plannings. En technologie de construction, le chapitre liaisons est très développé en classe de seconde. En première et terminale le programme intègre l'étude des bielles, pistons, manivelles et excentriques des différents types de moteurs et se met ainsi officiellement en conformité avec le programme du concours d'entrée aux Arts et Métiers. La technologie professionnelle et les travaux d'atelier accordent une place plus importante aux travaux sur machines-outils (meule, rectifieuse, tour, fraiseuse), et à l'étude des outils de ces machines (géométrie, matériaux, efforts, copeaux, coupe, affûtage). En ajustage, les élèves participent au montage des appareils ou des machines fabriqués dans l'établissement. Enfin, la métrologie est l'occasion de mettre en œuvre les appareils opto-mécaniques et pneumatiques qui font leur apparition au programme (annexe 7-17)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Annexe 7 : matières et horaires des enseignements techniques du baccalauréat technique.

<sup>2</sup> Ce qui justifie l'augmentation des connaissances. Mais, dans les faits, la majorité des élèves débutent « le technique » en classe de quatrième, voire en sixième pour certains.

<sup>3</sup> Campa André (1958a). Organisation des stages au bureau des travaux dans les ENP et les collèges techniques. *Le Cours Industriel*, 4, 97-100.

<sup>4</sup> Annexe 7 : appareils de métrologie opto-mécanique et pneumatique. Des exemples de ces appareils apparaissent en 1953 dans un manuel de technologie (Berrens, 1953). Berrens S. (1953). *Manuel de technologie. Deuxième partie du Baccalauréat Technique*. Paris : Belin.

## 7.5 Évolutions structurelles et nouveaux diplômes : la préparation de l'enseignement technique à des changements futurs

Durant les années 1950, l'enseignement technique moyen est marqué par le renforcement de la formation des professeurs et l'élévation du niveau des diplômes. Un brevet de technicien, qui annonce déjà des changements ultérieurs, voit le jour. Mais il est encore trop tôt pour envisager sérieusement l'ouverture des classes préparatoires aux grandes écoles aux élèves du technique.

### 7.5.1 La formation des professeurs de l'enseignement technique moyen et supérieur

La formation des professeurs de l'enseignement technique est assurée par cinq Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA) et l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET). Les ENNA sont en charge des professeurs des centres d'apprentissage tandis que l'ENSET prépare les professeurs de l'enseignement technique moyen, c'est-à-dire des Écoles nationales professionnelles et des collèges techniques. Ces établissements sont de « véritables laboratoires de psychologie et de pédagogie » (Pottier, Segaud, Matray, 1950a)<sup>1</sup> ; leur influence est appelée à se développer.

La création récente des collèges techniques donne l'occasion d'actualiser les contenus et les coefficients des épreuves du certificat d'aptitude à l'enseignement pratique chef de travaux<sup>2</sup> inchangés depuis 1921. Mais c'est surtout l'ENSET, rétablie à la Libération, qui profite du contexte favorable à l'enseignement technique. La décision est prise<sup>3</sup> en 1948 de construire « un grand centre de formation » qui rassemble « un centre d'apprentissage, une école nationale professionnel, un collège technique et une école normale supérieure » (Albert Buisson, 1953)<sup>4</sup>. Les travaux débutent en 1950 et la première pierre du futur Centre national de l'enseignement technique (CNET)<sup>5</sup> de Cachan est posée en mars 1953. Les locaux de l'ENSET sont achevés pour la rentrée de 1956, tandis que les travaux des lycées industriel et commercial s'achèvent en 1962. En 1957, René Basquin remplace Fernand Renaudeau à la tête de l'ENSET (Jean Tardiveau, 1970)<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Pottier, H., Segaud E, Matray F. (1950a). Le rendement pédagogique dans l'enseignement professionnel. *Technique Art Science*, 6, 39-42.

<sup>2</sup> Arrêté du 18 mai 1948. BO n° 20 du 10 juin 1948, p. 735. Certificat d'aptitude à l'enseignement pratique chef de travaux.

<sup>3</sup> André Morice, sous-secrétaire d'État à l'enseignement technique puis secrétaire d'État à l'enseignement technique, à la jeunesse et aux sports jusqu'en 1951 (et éphémère ministre de l'Éducation nationale, 10 jours en juin 1950).

<sup>4</sup> Buisson Albert (1953). *Allocution à l'occasion de la pose de la première pierre du Centre national d'enseignement technique de Cachan. À Cachan naît l'ENSET*. Plaquette réalisée par l'École Estienne, le centre d'apprentissage de Colombes et le centre d'apprentissage des arts graphiques.

<sup>5</sup> Décret n° 62-1137 du 29 septembre 1962. BO n° 38 du 15 novembre 1962, p. 3461. Centre national d'enseignement technique de Cachan.

<sup>6</sup> Tardiveau Jean (1970). *Allocution à l'occasion du départ en retraite de M. René Basquin. École normale supérieure de l'enseignement technique*. Plaquette réalisée par les élèves du collège d'enseignement technique de Colombes.



L'année 1948<sup>1</sup> est donc décisive pour l'ENSET. C'est aussi l'année où la durée de formation des professeurs est portée de deux à trois ans. Après deux années de formation les élèves-professeurs se présentent à première partie du certificat d'aptitude à l'enseignement dans les collèges techniques (CAEC)<sup>2</sup>, puis à la deuxième partie à la fin de la troisième année. Le programme de formation des aspirants, entièrement revu<sup>3</sup>, est fonction du certificat d'aptitude au professorat correspondant à la section dans laquelle ils sont inscrits<sup>4</sup>, A1 : sciences industrielles ; A2 : sciences et arts industriels ; B : dessin industriel ; C : dessin et arts appliqués ; D : sciences et techniques commerciales E : lettres ; F : langues vivantes.

Cette formation est complétée par un enseignement commun, théorique et pratique, portant sur la psychologie, la sociologie et la pédagogie. Il est prévu un stage de trois mois dans une entreprise industrielle ou commerciale. Ces changements entraînent des modifications dans la réglementation des concours de recrutement des professeurs des écoles techniques. Tandis que le CAPES est créé en 1950<sup>5</sup>, un décret du 9 février 1951<sup>6</sup> aligne le recrutement des professeurs des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques (CT) jusque-là régis par des textes différents<sup>7</sup>. La création en 1951<sup>8</sup> des certificats d'aptitude aux professorats dans les écoles nationales professionnelles et les collèges techniques est l'occasion pour transformer l'intitulé du certificat de la section B, qui passe de dessin industriel à construction et mécanique industrielles, une appellation plus en rapport avec les programmes scolaires. Ces certificats ont parfois été appelés certificats d'aptitude aux professorats dans les écoles de l'enseignement technique, avec une écriture sous l'acronyme « C.A.P.E.T. »<sup>9</sup> alors que le certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) n'existe pas encore.

À la rentrée d'octobre 1956 est ouverte une quatrième année d'études destinée à la préparation de l'agrégation et aux professorats des sections et des écoles supérieures de l'enseignement technique.

---

<sup>1</sup> Décret n° 48-1389 du 1<sup>er</sup> septembre 1948. BO N° 24 du 16 septembre 1948, p. 1025. École normale supérieure de l'enseignement technique. Organisation des études.

<sup>2</sup> Est également institué un concours qui ouvre directement les portes vers la troisième année.

<sup>3</sup> Arrêté du 7 octobre 1948. BO n° 28 du 21 octobre 1948, p. 1170. École normale supérieure de l'enseignement technique, condition d'admission et programmes.

<sup>4</sup> D'autres sections sont créées ultérieurement par arrêté. A1 : sciences industrielles option sciences mathématique ou sciences physique, le 5 octobre 1955 ; A2 : sciences et arts industriels, le 21 juin 1956 ; B2 : option bâtiment et travaux public, le 11 février 1958.

<sup>5</sup> Décret n° 50-386 du 1<sup>er</sup> avril 1950. BO n° 15 du 10 avril 1950, p. 1225. Institution d'un professorat du second degré – C.A.P.E.S.

<sup>6</sup> Décret n° 51-142 du 9 février 1951. BO n° 8 du 22 février 1951, p. 611. Règlement d'administration publique concernant les conditions de recrutement des professeurs d'écoles nationales professionnelles, collèges techniques et établissements assimilés.

<sup>7</sup> Les professeurs d'ENP étaient recrutés parmi les professeurs de collèges techniques.

<sup>8</sup> Arrêté du 10 août 1951. JORF du 1<sup>er</sup> septembre 1951, p. 9245. certificats d'aptitude aux professorats dans les écoles nationales professionnelles et les collèges techniques et à l'admission en troisième année à l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

<sup>9</sup> Notamment dans des circulaires signées d'Albert Buisson, est-ce une méthode pour hâter des changements qui ne se produiront qu'en 1959 ? Cf. circulaire n° 2946 du 8 octobre 1956. BOEN n° 37 du 25 octobre 1956, p. 2713. Formation des élèves-professeurs issus du concours de recrutement de 1956 (première partie du C.A.P.E.T et session exceptionnelle du C.A.P.E.S.).

En 1957<sup>1</sup>, des Instituts de préparations aux enseignements du second degré (IPES) sont créés dans les facultés de sciences et de lettres. Les élèves professeurs, dont une partie se destine à l'enseignement technique, sont recrutés sur concours et préparent une licence d'enseignement. À l'issue de la formation en IPES, les élèves professeurs subissent les épreuves orales de la partie théorique soit du certificat d'aptitude au professorat du second degré (CAPES) soit du certificat d'aptitude au professorat dans les écoles de l'enseignement technique<sup>2</sup> et, après 1959<sup>3</sup>, au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET). En cas de réussite, ils sont affectés pendant un an dans les centres pédagogiques régionaux (CPR) en qualité de professeurs stagiaires.

En 1958, l'enseignement technique fait un nouveau pas pour se rapprocher de l'enseignement secondaire. Un arrêté<sup>4</sup> institue deux corps de professeurs des établissements publics d'enseignement technique<sup>5</sup>. Le corps des certifiés et celui des agrégés et assimilés. Les professeurs certifiés sont recrutés dans les mêmes conditions que celles définies dans le décret du 9 février 1951 qui alignait le recrutement des professeurs des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques (CT). Les professeurs agrégés et assimilés sont recrutés parmi les candidats reçus au concours de l'agrégation du secondaire. Cependant, le décret précise : « *Et, en outre, pour les seules disciplines propres à l'enseignement technique, parmi les non-agrégés titulaires d'un certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur).* ». Le concours pour l'obtention de ce certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur)<sup>6</sup>, équivalent de l'agrégation, est ouvert aux professeurs titulaires ou aux personnes munies des titres requis pour le devenir, aux chefs de travaux ou professeurs techniques adjoints dans une école nationale d'ingénieur ou une ENNA ainsi qu'aux docteurs et aux ingénieurs. Comme le précise R. Cauët en 1958<sup>7</sup>, l'ENSET s'inscrit alors dans une nouvelle organisation susceptible d'assurer le recrutement et la formation des professeurs certifiés et agrégés de l'enseignement technique (annexe 7-18)<sup>8</sup>. En plus du Centre national d'enseignement par correspondance (CNEC), dix établissements assurent une préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET (annexe 7-19)<sup>9</sup>.

Sur le versant pratique de l'enseignement technique, un arrêté redéfinit en 1952 la nature, la durée et les coefficients des épreuves du concours de recrutement des professeurs techniques adjoints (PTA), appelés familièrement « les profs d'atelier ». Le PTA assure un enseignement mixte, c'est-à-dire pratique et théorique, dans la mesure où

---

<sup>1</sup> Décret n° 57-236 du 27 février 1957. JORF n° 50 du 28 février 1957, p. 2291. Relatif au recrutement des professeurs des lycées, collèges classiques et modernes et écoles normales primaires et des professeurs des disciplines scientifiques des écoles nationales professionnelles et des collèges techniques.

<sup>2</sup> L'acronyme C.A.P.E.T est utilisé dans l'article 15 du décret du n° 57/236 du 27 février 1957 (cf. *supra*).

<sup>3</sup> Décret n° 59-1074 du 10 septembre 1959. RM/F n° 18 du 21 septembre 1959, p. 2355. certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique « C.A.P.E.T. ».

<sup>4</sup> Décret n° 58-283 du 17 mars 1958. BO n° 14 du 27 mars 1958, p. 1087. Règlement d'administration publique relatif aux conditions de recrutement des deux corps de professeurs des établissements publics d'enseignement technique.

<sup>5</sup> Au niveau moyen, sont en effet exclus les professeurs des centres d'apprentissage ou de l'enseignement supérieur.

<sup>6</sup> Il s'agit du concours de chef de travaux degré supérieur.

<sup>7</sup> Cauët R. (1958). Réalités actuelles de l'enseignement technique, le recrutement et la formation des professeurs, certifiés et agrégés, de l'enseignement technique. *L'enseignement technique*, 18, 29-38.

<sup>8</sup> Annexe 7 : recrutement et formation des professeurs certifiés et agrégés de l'enseignement technique

<sup>9</sup> Annexe 7 : établissements assurant une préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET.

il prend en charge la technologie de spécialité. Cependant ni le niveau de recrutement après cinq années de pratique effective dans un atelier industriel, ni l'absence de formation ne sont remis en cause. Ce n'est qu'en 1957<sup>1</sup> que, moyennant un engagement de cinq ans, une formation des enseignants est prévue. Les candidats reçus au concours sont nommés professeur technique adjoint stagiaire et effectuent un stage en deux parties<sup>2</sup>. La première partie se déroule dans le centre de formation des professeurs techniques adjoint (CFPTA), annexé à l'ENSET. Ce stage est validé (ou non) au regard de la moyenne des notes obtenues lors du stage (coefficient 2) et des résultats à une épreuve de pédagogie en fin de stage (coefficient 1). La deuxième partie du stage a lieu dans un établissement où les stagiaires sont affectés et subissent une inspection. Les professeurs proposés à la titularisation reçoivent le nouveau certificat d'aptitude à l'enseignement technique pratique (CAETP).

La sortie de l'ENSET des premiers professeurs à bénéficier de la formation de trois ans coïncide avec des changements importants dans la structure de l'enseignement technique. En effet, pour faire face à la demande croissante de techniciens plus qualifiés, l'allongement de la durée des études et la création de nouveaux diplômes sont à l'ordre du jour. À ce titre, l'année 1952 marque un tournant dans l'histoire de l'enseignement technique.

### **7.5.2 Les études portées à six ans dans les Écoles nationales professionnelles (ENP) ne résout pas la pénurie de techniciens**

À la fin de l'année scolaire 1947, une exposition au musée pédagogique est organisée à l'occasion du cinquantenaire des Écoles nationales professionnelles (ENP). La réputation des ENP, écoles d'élite, n'est plus à faire. Des débouchés importants existent dans l'industrie pour les titulaires, très recherchés, du diplôme d'élève breveté délivré par les ENP<sup>3</sup>. Ceux que n'intéressent pas le travail manuel peuvent se diriger vers les grands corps techniques de l'État : électricité et gaz de France, postes, marine, aviation. La formation des ENP « *ne fait pas d'épave* »<sup>4</sup>.

À la rentrée d'octobre 1952, « *la durée normale des études est de cinq années* »<sup>5</sup>. L'allongement de la scolarité d'une année supplémentaire se fait par le bas avec un recrutement au niveau de la classe de quatrième et non plus de la troisième. La même année, les ENP créent également une année de spécialisation en fin de cycle. Les nouveaux programmes ont été étudiés par chaque établissement, puis validés par le secrétaire d'État. Cette sixième année est ouverte au titulaire du diplôme d'élève breveté<sup>6</sup>, et a pour but de former des techniciens dans un domaine particulier. Le choix des spécialités dépend des possibilités, de l'expérience de l'établissement et de la

---

<sup>1</sup> Arrêté du 27 mars 1957. BOEN n° 16 du 11 avril 1957, p. 1331. Modification des modalités de recrutement des professeurs techniques adjoints des spécialités industrielles dans les E.N.P. et C.T.

<sup>2</sup> Sans qu'une durée ne soit précisée.

<sup>3</sup> Délivré à la suite d'examens annuels, sorte de contrôle continu avant la lettre.

<sup>4</sup> Fieux Jean, Wolff G., Gault A.-P. (1953). *Les besoins des professions*. In Fernand Renaudeau (Dir.). Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi. (p 41).

<sup>5</sup> Décret n° 52-348 du 27 mars 1952. B.O.E.N. n°14 du 3 avril 1952, p. 1115. Modification de la scolarité dans les Écoles nationales professionnelles.

<sup>6</sup> La sixième année de spécialisation est aussi ouverte au titulaire du baccalauréat technique ne pouvant pas se présenter aux Arts et Métiers (âge, durée de la scolarité, etc.).

demande des industriels locaux. Ainsi chaque ENP met en place une formation spécialisée : fonderie à Vierzon (18), métrologie industrielle à Morez (39), mécaniciens-moulistes à Oyonnax (01), méthode et préparateurs de fabrication à Armentières (59), technicien de l'automobile à Metz (57), technicien de bureaux d'études à Saint-Etienne (42) et Lyon (69), etc. L'ouverture de ces sections se fait en dehors de la nouvelle législation relative au diplôme de brevet de technicien dont le décret de création est paru au début de l'année 1952<sup>1</sup> (cf. § 7.5.4.). La formation comporte des stages en entreprise, elle ne donne lieu qu'à une attestation.

La formation dans les ENP se déroule dans des sections normales. Parallèlement, des sections spéciales préparent au baccalauréat technique et aux Arts et Métiers. Les élèves suivent en commun les trois premières années, c'est-à-dire les classes de quatrième, troisième et seconde TI (technique industrielle). En fonction des résultats et de la volonté de poursuivre des études après le baccalauréat technique les élèves sont dirigés, soit dans les classes de première et terminale TI des sections normales, soit dans les classes de première et terminale TM (technique mathématique) des sections spéciales. Il existe cependant une possibilité de passer des sections spéciales vers des sections normales et vice versa en fonction des aptitudes et des résultats. À partir de la classe de première, les élèves des sections normales sont divisés en quatre groupes (annexe 7-20)<sup>2</sup>, 1 – mécaniciens ; forgerons-mécaniciens ; mouleurs-fondeurs ; modeleurs-mécaniciens. 2 – chaudronniers ; soudeurs. 3 – mécaniciens-électriciens<sup>3</sup>. 4 – menuisiers-charpentiers. Les cours d'enseignement général, de géométrie descriptive, de technologie de construction restent communs à tous les élèves. Les instructions parues en 1953 avec les nouveaux programmes des sections normales des métiers de la mécanique précisent la mission des ENP :

*« L'élève d'ENP doit être en fin de scolarité un habile professionnel et un technicien en puissance. L'école lui donne des connaissances générales, une formation technique et intellectuelle qui lui permettront d'accéder à la fonction d'agent technique et à la maîtrise s'il possède les qualités indispensables, l'initiative et le sens des responsabilités. Les programmes de technologie ont été conçus à cet effet. » (p. 57).*

L'analyse des programmes relatifs au triptyque des matières techniques fait apparaître une trame proche de celle des sections spéciales même si les contenus de ces dernières sont plus approfondis. Cela tient au nombre d'heures de cours et d'atelier plus élevé dont disposent les élèves dans les sections normales (annexe 7-21)<sup>4</sup>. Cependant, cela n'est plus vrai pour la partie organisation du travail où les élèves des sections normales ne reçoivent qu'une initiation (cf. § 7.4.). La lecture des programmes fait également apparaître une cohérence avec les programmes des collèges techniques (cf. § 6.3.3.), ainsi :

---

<sup>1</sup> Décret n° 52-178 du 19 février 1952. BOEN n° 9 du 28 février 1952, p. 715. Création et fixation des examens publics prévus par la loi du 4 août 1942 modifiée, relative à la délivrance des diplômes professionnels.

<sup>2</sup> Annexe 7 : exemple de structure d'une École nationale professionnelle (ENP) : La Martinière à Lyon en 1956.

<sup>3</sup> Des sections d'électriciens avec un programme spécifique en classes de seconde, première et terminale sont créées en 1955.

<sup>4</sup> Annexe 7 : comparaison des horaires des sections normales et spéciales des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques industriels.

« *L'étude fonctionnelle des machines-outils doit mettre en évidence les principales fonctions que les organes des différentes machines ont à remplir. Chaque fonction doit être analysée, afin d'en dégager les caractères essentiels qui, eux-mêmes, déterminent les formes, les dimensions, la matière des pièces, dans les divers types de machines.* » (p. 58)<sup>1</sup>.

Ainsi l'ensemble des écoles moyennes s'engage-t-il dans la même direction former de futurs techniciens. Cependant, au milieu des années 1950, non seulement le besoin en techniciens n'est pas résolu, mais il s'accroît. Ainsi lors du travail du comité d'étude pour la réforme de l'enseignement (connue sous le nom de son président, le recteur Jean Sarrailh), Alfred Rosier (1955)<sup>2</sup>, directeur de la main-d'œuvre au ministère du travail et de la sécurité sociale, présente-t-il une note sur les besoins français en cadres, techniciens et personnel de maîtrise. Les chiffres sont alarmants. Il y a environ 100 000 ingénieurs en poste alors qu'il en faudrait 200 000 selon les estimations de l'époque, et les possibilités de formation couvrent juste les renouvellements (départ, décès, etc.). Quant aux techniciens et agents techniques, ils sont 320 000 alors que les besoins immédiats sont chiffrés à 600 000, et là encore les nouveaux formés couvrent seulement les besoins en renouvellement de poste. De plus, selon Walles (1955, p. 91)<sup>3</sup>, rapporteur du problème des techniciens et assimilés aux Journées patronales de la formation professionnelle (10 et 11 juin 1955)<sup>4</sup>, l'éventail des métiers de techniciens ne cesse de s'accroître dans l'industrie (annexe 7-22)<sup>5</sup>. Les Écoles nationales professionnelles sont appelées à fournir un effort. Il faut « *former davantage de techniciens* », nous dit-on de toute part », mais face au malthusianisme de l'Amicale des anciens élèves d'Écoles nationales professionnelles, Albert Buisson (1955) est obligé de préciser :

« *... le prestige réel du diplôme d'élève breveté des Écoles nationales professionnelles ne peut plus se fonder sur sa rareté [...] pourquoi craindrions-nous de voir l'enseignement perdre de son niveau et de son efficacité au fur et à mesure que croîtraient les effectifs appelés à le recevoir ?... »*

Néanmoins cinq Écoles nationales professionnelles nouvelles seulement voient le jour<sup>6</sup> entre 1948 et 1957. Il n'y a que 34 ENP dont neuf destinées aux jeunes filles. Écoles d'élite, les ENP forment peu de jeunes (annexe 7-23)<sup>7</sup>. Parmi les écoles de la ville de Paris, deux établissements, de niveau comparable aux ENP, préparent aux professions industrielles et possèdent une section spéciale assurant la préparation du baccalauréat

---

<sup>1</sup> Ministère de l'Éducation nationale (1953). Programmes des ENP : métiers de la mécanique. Conforme à l'arrêté du 20 mai 1953. BO du 4 juin 1953, p. 1599.

<sup>2</sup> Rosier (1955). *Les besoins français en cadres, techniciens et personnel de maîtrise. Comité d'étude pour la réforme de l'enseignement.* Commission de démocratisation de l'enseignement, 14 mai 1955. AN : 17/17507.

<sup>3</sup> Walles (1955). Le problème des agents techniques et techniciens dans l'industrie – les rôles qu'ils jouent dans l'industrie – leur formation. *L'Enseignement technique*, 7, 90-100.

<sup>4</sup> Voir à ce sujet Bernard Charlot et Madeleine Figeat, 1985, p. 372-375.

Charlot Bernard, Figeat Madeleine (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984.* Minerve : Paris.

<sup>5</sup> Annexe 7 : les techniciens en 1955 : accroissement de l'éventail des métiers de technicien dans l'industrie et circuits de formation des techniciens.

<sup>6</sup> Les Écoles nationales professionnelles de garçons à Clichy et Rouen et de jeunes filles à Besançon, Cluses et Strasbourg.

<sup>7</sup> Annexe 7 : Spécialités et effectifs des Écoles nationales professionnelles de garçons (1952). Constans M. (1953, p. 162).

Constans M. (1953). *Les Écoles nationales professionnelles.* Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

technique et au concours des Arts et Métiers. Il s'agit de l'école Dorian et de l'école municipale Diderot<sup>1</sup>. Cette dernière assure également pour les titulaires du baccalauréat (sciences expérimentales, mathématiques ou mathématiques et technique) une préparation d'un an au concours d'admission à la section B de l'ENSET (dessin industriel). Dès lors, les collèges techniques, beaucoup plus nombreux que les ENP, apparaissent comme une voie plus prometteuse pour assurer la formation en masse des techniciens dont la France a besoin.

### **7.5.3 Un nouveau brevet d'enseignement industriel (BEI) en 4 ans dans les collèges techniques**

Avec l'adoption des nouveaux programmes des collèges techniques en 1945, les contenus et les coefficients des épreuves de l'examen pour l'obtention du brevet d'enseignement industriel (BEI) subissent des modifications considérables. D'un total de deux en 1934<sup>2</sup>, l'ensemble des coefficients des épreuves écrites d'enseignement général passe à onze, tandis que le total des coefficients des épreuves techniques passe de six en 1934 à huit<sup>3</sup> (annexe 7-24)<sup>4</sup>. Les coefficients de l'oral ne sont pas modifiés. Ce changement brutal du niveau d'enseignement général provoque des dégâts. Dans l'académie de Grenoble, Cuvelier (1947)<sup>5</sup>, directeur du collège technique de Pont-de-Beauvoisin, rapporte que le taux d'échec en 1946 est de 65 % en juin et 85 % en octobre. Malgré ces résultats, les coefficients sont conservés lors de la nouvelle organisation mise en place en 1949<sup>6</sup> alors que le BEI devient un examen public<sup>7</sup>. Il faut pour être admissible, une moyenne de 10/20 aux épreuves écrites<sup>8</sup>, sans note inférieure à 8/20 en dessin. Seule la note éliminatoire est modifiée. Si un candidat obtient un 0/20 dans une épreuve, il est éliminé alors que le seuil était fixé auparavant à 5/20. Pour être définitivement admis, une moyenne de 12/20 est requise pour les travaux d'atelier ainsi qu'une moyenne générale à l'ensemble des épreuves de 10/20.

Cette élévation du niveau de culture générale trouve des prolongements en 1952<sup>9</sup> lorsque la durée de préparation au BEI passe de trois à quatre années. De la même façon que pour les ENP, l'allongement de la formation se fait par le « bas », avec une entrée en classe de quatrième au lieu de la troisième. Après ces changements qui suivent de peu ceux intervenus dans les Écoles nationales professionnelles, la structure de l'enseignement technique prend un nouveau visage (annexe 7-25)<sup>10</sup>. La réforme du BEI<sup>11</sup> poursuit un double but. D'une part, permettre à leur titulaire une élévation rapide dans la hiérarchie professionnelle grâce à une solide formation de base, contrôlée par la

---

<sup>1</sup> La plus ancienne des écoles techniques de la ville de Paris créée en 1873.

<sup>2</sup> Arrêté du 24 janvier 1934. *Op. cit.*

<sup>3</sup> Décret n° 46-180 du 10 février 1946.

<sup>4</sup> Annexe 7 : évolution des coefficients au brevet d'enseignement industriel entre 1934 et 1946.

<sup>5</sup> Cuvelier A. (1947). A propos du BEI. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 21, 20.

<sup>6</sup> Arrêté du 4 mars 1949. B.O.E.N. N° 15 du 24 mars 1949, p. 110. Organisation du BEI.

<sup>7</sup> Décret n° 49-94 du 22 janvier 1949. BOEN N° 6 du 3 février 1949, p. 333. Titres de capacité professionnelle de l'Enseignement technique.

<sup>8</sup> En 1949, le dessin est intégré dans les notes d'écrits.

<sup>9</sup> Arrêté du 17 décembre 1952. BOEN n° 1 du 1<sup>er</sup> janvier 1953, p. 41. Organisation du BEI.

<sup>10</sup> Annexe 7 : organigramme de l'enseignement technique après l'allongement de la durée de formation dans les Écoles nationales professionnelles et des collèges techniques en 1952.

<sup>11</sup> Définitivement mise en place à la rentrée 1952, après une période transitoire. Coexistent pendant quelques années des BEI dits ancien régime (ou régime trois ans) et nouveau régime (ou régime quatre ans).

première partie de l'examen, dite probatoire, à l'issue des trois premières années d'étude. D'autre part, la quatrième année est consacrée à donner aux élèves une maîtrise du métier et une capacité de production au moins égale aux titulaires du CAP. Une circulaire datée du 13 février 1953<sup>1</sup> précise les finalités du BEI :

- « 1° Offrir aux candidats un apprentissage pratique d'une valeur au moins égale à celle que sanctionne le certificat d'aptitude professionnelle et si possible supérieure (par exemple dans certains métiers où cela est utile, une polyvalence plus grande).
- 2° Leur faire acquérir en même temps une connaissance théorique et raisonnée de leur métier qui devra leur permettre plus tard d'obtenir une situation meilleure dans la hiérarchie professionnelle : mais qu'ils sachent bien, alors, pour n'être pas cruellement trompés, que ce sera seulement après l'indispensable acquisition de l'expérience effective quotidienne des contacts humains et surtout après qu'ils auront su se faire apprécier. C'est un devoir impérieux d'honnêteté de rappeler souvent cette vérité de simple bon sens.

*L'examen probatoire sanctionnera désormais les études d'ordre général nécessaires pour donner au futur ouvrier le minimum de culture utile à sa formation humaine et indispensable à l'acquisition des connaissances professionnelles. Le brevet d'enseignement industriel proprement dit, l'année suivante, consacrera la préparation directe au métier. »*

La réforme du BEI<sup>2</sup> intervient après la consultation des directeurs d'établissements<sup>3</sup>. Cependant les professionnels de la métallurgie se plaignent de ne pas avoir été consultés et d'être ainsi mis devant le fait accompli<sup>4</sup>. Pluyette, qui les représente, estime que « la formation pratique que sanctionne le BEI n'est pas toujours suffisante », que les élèves de ces sections ont « le désir de la blouse blanche » et ne sont pas attirés par l'atelier. À partir de 1955, la partie pratique de la plupart des BEI sera équivalente à celle du CAP, par l'application de la formule « le BEI contient le CAP ». Une enquête réalisée dans l'académie de Lyon confirme une satisfaction assez générale des industriels (Laurenson, 1955, p. 30)<sup>5</sup>. Certains élèves cessent leurs études après l'obtention du BEI premier degré (en trois années), mais la plupart sortent des collèges techniques au bout de quatre ans, avec le BEI second degré en poche. Ils occupent alors des postes de techniciens ou de maîtrise après un passage plus ou moins long dans les ateliers industriels. C'est ce passage obligé qui fait la principale différence avec leurs camarades des Écoles nationales professionnelles.

Les collèges techniques forment ainsi l'essentiel des futurs techniciens destinés à l'industrie. Selon les données rapportées en 1951, 51 000 élèves préparent un brevet

---

<sup>1</sup> Circulaire du 13 février 1953. Voir Legay et Cauët. Legay Fernand, Cauët R. (1956). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Mise définitivement en place à la rentrée 1952, après une période transitoire. Coexistent pendant quelques années des BEI dits ancien régime (ou régime trois ans) et nouveau régime (ou régime quatre ans).

<sup>3</sup> Circulaire 2980 du 21 juillet 1950. B.O.E.N. du 14 septembre 1950, p. 2645.

<sup>4</sup> Réunion de la commission nationale professionnelle consultative (CNPC) de la métallurgie. Compte rendu de la 27<sup>e</sup> réunion du 19 décembre 1952 (archives personnelles, source Xavier Sido).

<sup>5</sup> Laurenson A. (1955). Enquête sur le Brevet d'enseignement industriel nouveau régime dans l'académie de Lyon. *L'Enseignement technique*, 8, 30-36.

d'enseignement industriel (BEI) auxquels il faut ajouter 8 790 élèves en sections commerciales (Montagnan, 1953, p. 132)<sup>1</sup>. Ils sont répartis dans 124 collèges techniques et 76 sections techniques<sup>2</sup> annexées à des collèges modernes, des lycées ou des écoles primaires (cours complémentaires). 49 450 jeunes filles fréquentent également des collèges techniques ou des sections spéciales (Simonin, J. 1953, p. 142)<sup>3</sup>. En 1958, 157 collèges techniques de garçons et 57 collèges techniques de filles plus 148 sections techniques de lycées et collèges (garçons et filles) reçoivent 105 000 élèves préparant un des brevets d'enseignement (Legay et Cauet 1958, p. 24)<sup>4</sup>. Le nombre de futurs techniciennes et techniciens sortis des collèges techniques reste stable. Ainsi non seulement le déficit de techniciens perdure, mais il manque également des techniciens capables de seconder les ingénieurs. Cette tâche n'est pas adaptée aux élèves titulaires du seul BEI, d'autres solutions doivent donc être trouvées.

#### 7.5.4 Le brevet de technicien créé le 19 février 1952

Au terme de lois votées pendant l'Occupation<sup>5</sup> et toujours en vigueur, seul l'État peut délivrer des diplômes professionnels. Ainsi si chacun peut se présenter à un examen public comme le CAP ou le BEI, seuls les élèves brevetés des ENP peuvent prétendre à un titre attestant une valeur professionnelle de niveau technicien. Cela ne va pas sans poser de problèmes, ainsi que le précise Guy Brucy (1998)<sup>6</sup> :

« Cette lacune place de nombreux établissements, publics et privés, dans une situation inconfortable : ou bien ils présentent leurs élèves à des examens d'un niveau nettement inférieur à leur formation réelle ; ou bien ils délivrent une attestation sans valeur légale. » (p. 141).

Il manque donc un diplôme reconnu nationalement et délivré à la suite d'un examen public dont le niveau se situerait entre le BEI et le diplôme d'ingénieur, c'est-à-dire au niveau du diplôme d'élève breveté des ENP, voire à un niveau plus élevé. Cependant la naissance d'un nouveau diplôme professionnel est un acte peu commun et c'est ainsi que « *resurgit le débat quant à la finalité, éducative ou professionnelle, de la formation* » (Guy Brucy, 1998, p. 146)<sup>7</sup>. Mais la convergence d'intérêt, de directeurs d'établissement, d'industriels et de la direction de l'enseignement technique rend finalement possible cette création au début de l'année 1952<sup>8</sup>. Le décret qui instaure le brevet de technicien est le fruit d'un compromis, suffisamment vague pour le faire accepter par tous et permettre les

<sup>1</sup> Montagnan, A. (1953). *Les collèges techniques masculins*. In Fernand Renaudeau (Dir.). Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

<sup>2</sup> Il existe souvent plusieurs sections dans un même établissement.

<sup>3</sup> Simonin J. (1953). *Les Collèges techniques féminins*. Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

<sup>4</sup> Legay Fernand, Cauët R. (1956). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Loi n° 694 du 4 août 1942, modifiée par la loi n° 530 du 4 octobre 1943, validée par l'ordonnance n° 45-1843 du 12 août 1945 et relative à la délivrance des titres et diplômes professionnels.

<sup>6</sup> Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965)*. L'État - L'école - Les entreprises et la certification des compétences. Paris : Belin.

<sup>7</sup> Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965)*. L'État - L'école - Les entreprises et la certification des compétences. Paris : Belin.

<sup>8</sup> Décret n° 52-178 du 19 février 1952. B.O.E.N. n° 9 du 28 février 1952, p. 715. Création et fixation des examens publics prévus par la loi du 4 août 1942 modifiés, relative à la délivrance des diplômes professionnels.



adaptations relatives aux diverses professions. Il s'agit donc d'un cadre général qui sanctionne des études spécialisées. Les examens sont nationaux, mais organisés dans les académies ; ils « *contrôlent une connaissance pratique et complète des techniques relatives à des spécialités [...] Le diplôme porte l'indication de la spécialité sanctionnée.* ».

Chaque examen comporte des épreuves obligatoires pratiques relatives à la spécialité (d'atelier ou de laboratoire et de dessin technique ou de technologie) ainsi que des épreuves écrites de culture générale (rédaction d'un rapport technique). À cela s'ajoutent « *deux ou trois épreuves portant sur les matières du programme* » sans plus de précision. De la même façon, l'organisation d'épreuves orales ou d'un stage est possible. La somme des coefficients des épreuves pratiques doit être comprise entre 50 % et 65 % de la somme des coefficients de toutes les épreuves. Les épreuves pratiques sont subies en premier lieu et sont éliminatoires. Une note de 12/20 aux épreuves pratiques est requise pour être admissible. Les candidats ayant obtenu la moyenne sur l'ensemble des épreuves sont déclarés admis. Le jury est composé de membres appartenant pour moitié à l'enseignement public, et pour moitié à l'enseignement privé et à la profession intéressée (employeurs ou personnel des cadres).

Le brevet de technicien doit combler un vide, mais la mise en place de nouvelles formations s'opère lentement. Ainsi, un peu plus de trois nouveaux brevets par an sont créés entre 1952 et 1957 (annexe 7-26)<sup>1</sup>. Il faut élargir les possibilités de formation et élever le niveau de formation. C'est le sens de la création des sections de techniciens en 1957<sup>2</sup> dans les ENP (annexe 7-27)<sup>3</sup> et dans quelques collèges techniques. Ces sections sont ouvertes aux élèves brevetés des ENP et, dans la limite des places disponibles, aux élèves ayant un niveau équivalent reconnu, c'est-à-dire aux titulaires du baccalauréat secondaire ou aux candidats admissibles aux concours d'entrée aux écoles d'ingénieur<sup>4</sup>. Le décret prévoit l'ouverture de classes préparatoires à ces sections pour les élèves des collèges techniques titulaires d'un brevet d'enseignement industriel (BEI) ou de la première partie du baccalauréat technique (annexe 7-28)<sup>5</sup>. La durée de formation dans les sections de techniciens est de deux ans. L'enseignement technique élargit ainsi son offre de formation en même temps qu'il élève à nouveau la durée des études menant à un diplôme de technicien. La réorganisation de la formation des techniciens change la structure de l'enseignement technique (annexe 7-29)<sup>6</sup>.

Cependant aucune de ces mesures, pas plus que la création du brevet de technicien, ne règlent la pénurie de main-d'œuvre qualifiée et apte à seconder les

---

<sup>1</sup> Les brevets de technicien dont les règlements ont été fixés par arrêté ministériel entre 1952 et 1957.

<sup>2</sup> Décret n° 57-972 du 26 août 1957. BO n° 33 du 19 septembre 1957, p. 2759. Sections de technicien.

<sup>3</sup> Annexe 7 : organisation des études dans les ENP après la mise en place de sections de techniciens en 1957.

MEN (1958). Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Panorama de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale.

<sup>4</sup> Uniquement celles délivrant un diplôme figurant sur la liste de la commission de titre d'ingénieur.

<sup>5</sup> Annexe 7 : organisation des études dans les Collèges techniques après la mise en place de sections de techniciens et de leurs classes préparatoires en 1957.

MEN (1958). *Op. cit.*

<sup>6</sup> Annexe 7 : organigramme de l'enseignement technique du milieu des années 1950.

ingénieurs. Ainsi, le Rapport en vue de la préparation du III<sup>e</sup> plan remis au président de la République en 1957<sup>1</sup> estime que :

« *Le déficit des techniciens aussi bien en qualité qu'en quantité [...] paraît encore bien plus accusé que celui des chercheurs et des ingénieurs. [...] la Direction de l'enseignement technique a donc encore devant elle une tâche considérable à accomplir.* » (p. 38 et sqq.).

Ce rapport préconise « *l'accroissement considérable de l'effectif des élèves des Écoles nationales professionnelles et par suite du nombre de ces écoles.* », ces créations devant être complétées par la création du titre de « *technicien diplômé* ». Il annonce les changements à venir. La modification importante des structures de l'enseignement technique a ouvert une « petite porte » vers des études à un niveau supérieur, au-delà du baccalauréat. Les élèves brevetés peuvent poursuivre leurs études deux ans dans les sections de techniciens. Cependant, il est trop tôt pour que s'ouvre devant eux la « grande porte » des classes préparatoires aux grandes écoles.

### 7.5.5 Les classes préparatoires aux grandes écoles

En 1949<sup>2</sup>, une commission interministérielle d'étude des programmes scientifiques<sup>3</sup> est chargée de la révision des programmes et de l'organisation des classes préparatoires aux grandes écoles (annexe 7-30)<sup>4</sup>. L'enseignement technique voit là une opportunité pour ces élèves privés de classes préparatoires. Sur les soixante-quatre membres de la commission, quatre représentent le sous-secrétariat d'État à l'enseignement technique. Parmi les questions préalables que pose la commission, figurent la place du dessin industriel et celle de l'adoption des programmes des classes préparatoires pour certaines écoles dotées d'un « *important programme de technologie* »<sup>5</sup>. Mais dès la première réunion plénière (13 juin 1951), un « *esprit d'harmonisation* » prévaut entre les classes préparatoires existantes, mathématiques supérieures et mathématiques spéciales et les certificats propédeutiques des facultés. Ainsi les trois types de préparations adoptés correspondent aux trois certificats : mathématiques générales ; mathématiques, physique, chimie (MPC) ; sciences physiques, chimiques et naturelles (SPCN). L'enseignement technique ne trouve pas sa place parmi ces préparations. Les résultats de la commission sont officialisés en 1956<sup>6</sup>. Les classes préparatoires mathématiques supérieures et mathématiques spéciales disparaissent au profit de trois types de préparation, A : mathématiques prépondérantes, physique, chimie ; B : physique et

---

<sup>1</sup> Longchambon Henri (1957). *La recherche scientifique et le progrès technique. Rapport au président de la République et au commissaire au Plan en vue de la préparation du III<sup>e</sup> Plan de modernisation et d'équipement.* Conseil supérieur de la recherche scientifique et du progrès technique.

<sup>2</sup> Arrêté du 28 mars 1949. BOEN n° 26 du 2 juin 1949, p. 1741. Institution d'une commission d'étude chargée de réviser et de coordonner les programmes dans les classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques dans les lycées et collèges devant servir en même temps de programme pour l'entrée dans les grandes écoles et les programmes propédeutiques des facultés de sciences.

<sup>3</sup> Commission d'étude ministérielle des programmes scientifiques. Commission Chatelet chargée de réviser et coordonner les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles dans les lycées et collèges (1949-1956). AN : F17/17511.

<sup>4</sup> Annexe 7 : liste des classes préparatoires aux grandes écoles (1946). BO n° 35 du 25 juillet 1946, p. 992 et 993 (fac-similé de la liste publiée dans le n° du 25 juillet 1946 de l'Éducation nationale p. 13).

<sup>5</sup> École navale, École de St-Cyr, École supérieure d'électricité, instituts spécialisés, Écoles nationales d'Arts et Métiers.

<sup>6</sup> Arrêté du 27 juin 1956. BOEN n° 27 du 12 juillet 1956, p. 1831. Programme des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

chimie prépondérantes, mathématiques ; C : biologie et géologie prépondérantes, chimie, physique, mathématiques. La première année, les classes A1, B1 et C1 assurent un enseignement intermédiaire tandis que la deuxième année, les classes A2, B2 et C2 préparent aux concours.

L'enseignement technique, qui peine à se faire entendre au sein la commission, est isolé. Les programmes ne comportent pas de technologie et le dessin industriel ou le dessin de machine n'occupe qu'une à deux heures de cours par semaine. La proposition de Fernand Renaudeau, directeur de l'ENSET, de différencier la préparation des professeurs de celle des ingénieurs est vivement repoussée par les partisans d'un « *enseignement général dont l'objet unique est la formation des esprits* »<sup>1</sup>. De la même façon, l'intervention de René Basquin, inspecteur général de l'enseignement technique, qui explique que le dessin industriel est un enseignement lié « *beaucoup plus aux calculs exigés par la mécanique qu'à la détermination par la géométrie descriptive de systèmes de surface et d'intersections.* » ne trouve aucun écho. Une petite consolation survient cependant, en guise de reconnaissance pour l'enseignement technique, avec l'ouverture aux titulaires du baccalauréat scientifique<sup>2</sup> d'un concours de recrutement parallèle aux Arts et Métiers (ENIAM)<sup>3</sup> et aux écoles d'ingénieur assimilées dont le concours est du niveau du baccalauréat (annexe 7-31)<sup>4</sup>. Le programme de ce concours est celui des classes de mathématiques supérieures. Une section B, spéciale est créée en première année dans les ENIAM pour harmoniser le niveau avec les élèves issus de l'enseignement technique. Ces élèves qui fréquentent la section A ont préparé un baccalauréat technique.

Le travail de la commission est l'occasion pour l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale de s'alarmer du manque de techniciens. Elle préconise notamment dans un rapport<sup>5</sup> la création d'un Brevet de technicien supérieur. Préparé en un an, ce nouveau diplôme serait ouvert aux élèves issus des premières années des classes préparatoires dont le niveau est insuffisant pour poursuivre vers les grandes écoles (cf. annexe 7-32)<sup>6</sup>. La durée de formation des techniciens brevetés et des agents techniques serait allongée pour mener également vers ces brevets de techniciens supérieurs. Ces propositions, en continuité avec l'évolution des niveaux de formation des écoles moyennes de l'enseignement technique initiées en 1952, voient un début de concrétisation avec la création des sections de techniciens en 1957. Elles annoncent de nouveaux changements.

### 7.5.6 La préparation des changements

---

<sup>1</sup> Dargenton (ministère des travaux publics), Lefevre (ministère de l'agriculture), Bruhat, Dubois, Dubreil, Dupont et Gauthier (Éducation nationale et facultés). AN : F17/17511. Commission d'étude ministérielle des programmes scientifiques. Réunion de la première sous-commission, 28 juin 1951.

<sup>2</sup> Arrêté du 3 janvier 1956. BOEN n° 4 du 26 janvier 1956, p. 247. Organisation d'un recrutement parallèle des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

<sup>3</sup> École nationale d'ingénieurs Arts et Métiers.

<sup>4</sup> Annexe 7 : liste des écoles habilitées à délivrer le titre d'ingénieur dont le concours d'entrée se situe au niveau du baccalauréat.

<sup>5</sup> Boulanger R. (1955). Rapport sur la préparation aux grandes écoles scientifiques. Président de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale.

<sup>6</sup> Annexe 7 : Préparation aux grandes écoles, proposition de structure de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale (1955).

Alors que la mise en œuvre de nouvelles réformes piétine, l'enseignement technique prépare sa mutation. Dès 1957, la création d'une cinquième année dans les collèges techniques<sup>1</sup> porte la durée des études au même niveau que le baccalauréat et tend à aligner les formations sur celles dispensées dans les Écoles nationales professionnelles (ENP). En 1958, les programmes des classes industrielles (I) de quatrième I, troisième I et seconde I des collèges techniques et des classes de technique industrielle (TI) de quatrième TI, troisième TI et seconde TI des ENP sont harmonisés. Pour les matières telles que la physique, les mathématiques, le français, la technologie et le dessin, cette harmonisation se fait plutôt par le haut avec un alignement des programmes des collèges techniques sur celui des ENP (maintien de la géométrie descriptive par exemple).

Des instructions générales et des instructions pédagogiques relatives à la technologie de construction accompagnent les nouveaux programmes. Celles-ci apparaissent comme un bilan des évolutions fondamentales de cet enseignement pendant la décennie écoulée (annexe 7-33)<sup>2</sup>. La place prise par l'étude des organes de machines notamment prédispose les élèves à l'analyse technique de conception jusque-là réservée à l'élite de l'enseignement technique. Ces changements favorisent la poursuite des études, possibilité renforcée par l'élévation du niveau de l'enseignement général.

Ainsi, la fusion de deux voies, Écoles nationales professionnelles (ENP) et collèges techniques (CT), jusque-là distinctes et parallèles est amorcée. La mise en place du « *schéma de la nouvelle organisation de l'enseignement* » (annexe 7-34)<sup>3</sup> prévue par Jean Berthoin en 1955 (Jean Berthoin, 1955)<sup>4</sup> est ainsi largement esquissée. L'enseignement technique est maintenant prêt, que ce soit au niveau des contenus d'enseignement ou de ses structures, à affronter une des plus importantes réformes de son histoire.

---

<sup>1</sup> La classe préparatoire aux sections de techniciens.

<sup>2</sup> Annexe 7 : harmonisation des programmes des trois premières années des ENP et CT en 1958 : instructions relatives à la technologie de constructions.

<sup>3</sup> Annexe 7 : Schéma de la nouvelle organisation de l'enseignement : projet présenté par Jean Berthoin en 1955.

<sup>4</sup> Berthoin Jean (1955). Conférence de presse sur la réforme de l'enseignement. *L'enseignement technique*, 6, 17-31.



---

École doctorale n° 180 « SHS »

---

**Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation  
depuis la Libération.**

---

Christian HAMON

---

Thèse de doctorat, sciences de l'éducation,  
sous la direction de M. LEBEAUME Joël, Professeur des Universités.

---

Soutenue le 19 juin 2012

---

Membres du jury :

Pr. Jacques GINESTIÉ	Université d'Aix-Marseille
Pr. Pierre KAHN	Université de Caen
Pr. Jean-Louis MARTINAND	ENS Cachan
Pr. Philippe GIRARD	Université Montesquieu Bordeaux IV
Pr. Pierre LAMARD	Université de technologie de Belfort-Montbéliard
Pr. Joël LEBEAUME	Université Paris Descartes
Pr. Jean-Jacques LESAGE	ENS Cachan
M. Dominique TARAUD	Inspecteur général de l'Éducation nationale STI

---

**Thèse - Volume II / V**

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Laboratoire Éducation et Apprentissage (EDA).  
Équipe d'accueil (EA 4071) du département sciences humaines et humanités de  
l'Université Paris Descartes. Sorbonne Paris Cité.  
Centre Universitaire des Saints-Pères. 45, rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06.

### *III - La secondarisation de l'enseignement technologique*

## **8. 1959 - 1969, entre incorporation et spécialisation, la mutation de l'enseignement technique - Le paradigme des machines**

L'enseignement technique est marqué par le début de la V<sup>e</sup> République. Après la perte de son autonomie en 1959, celui-ci est intégré en quelques années au sein d'une nouvelle organisation scolaire centralisée. Cette incorporation, prévue par le plan Langevin (cf. 5.2.2.) s'accompagne d'un éparpillement des structures administratives propres à l'enseignement technique. Les écoles d'ingénieurs de l'enseignement technique (annexe 8-1)<sup>1</sup> et l'ENSET sont rattachées à l'enseignement supérieur.

Mais à côté des réformes administratives, trois réformes pédagogiques successives remodelent l'enseignement technique et affectent les structures, les contenus et les méthodes d'enseignement. La prolongation de la scolarité accentue la différenciation entre enseignement technique moyen et élémentaire. De nouveaux établissements et de nouveaux diplômes sont créés. La durée de formation de l'enseignement technique de niveau moyen est réduite et cantonnée au deuxième cycle du second degré, c'est-à-dire au lycée. Ces changements ont pour effet pervers la baisse qualitative et quantitative du recrutement. Cependant la redéfinition des formations de niveau moyen s'accompagne d'une élévation du niveau des études et d'une offre élargie de débouchés dans l'enseignement supérieur. La formation des professeurs d'enseignement théorique et pratique de l'enseignement technique moyen tire bénéfice de ces évolutions avec notamment l'allongement de la durée de formation à l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET), la création de l'équivalence du CAPES pour le technique et la création d'une agrégation.

Durant cette période, une intense activité d'innovation pédagogique se développe dans les Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA). En effet, en l'absence d'agrégation technique, ces écoles apparaissent comme un moyen de promotion et attirent les meilleurs professeurs du technique. L'obligation de former des professeurs qui s'adressent à des élèves d'origine sociale modeste, limités dans leurs capacités d'abstraction, font des ENNA de véritables laboratoires d'idées. Ainsi, stimulés par les anciens, une nouvelle génération de professeurs d'ENNA, issus de l'ENSET pour la plupart, développe des méthodes pédagogiques nouvelles pour l'analyse et l'étude des mécanismes et des machines. Des outils de représentation graphique et un nouveau vocabulaire se développent progressivement et diffusent *via* les revues pédagogiques, les manuels et les programmes scolaires, dans tout l'enseignement technique. Tandis que la technologie fait son apparition au collège, la technologie de construction est le centre de gravité de ces évolutions. Son apprentissage s'oriente davantage vers la

---

<sup>1</sup> Annexe 8 : liste des écoles d'ingénieurs de l'enseignement technique rattachées à l'enseignement supérieur en 1966.

conception. La technologie apparaît alors comme une matière de réflexion et de culture générale susceptible d'être enseignée aux différents niveaux de l'enseignement technique. Dès lors, l'enseignement technique déstructuré administrativement se reconstruit pédagogiquement.

## **8.1 Les réformes Berthoin et Fouchet, de lourdes conséquences pour l'enseignement technique**

La période 1959-1969 est marquée par de profonds bouleversements. La réforme de l'enseignement technique s'inscrit dans le cadre d'une réforme générale de l'enseignement qui le dépasse. Celle-ci est portée par Jean Berthoin et Christian Foucher. Cette réforme d'envergure se répercute directement sur l'enseignement technique, son organisation pédagogique et administrative. Elle affecte notamment le recrutement des élèves, la dénomination des établissements, les titres et les diplômes délivrés, les voies de formation. La disparition des Écoles nationales professionnelles, fleuron de l'enseignement technique, est mal vécue par les partisans du verticalisme.

Les réformes ont des effets négatifs sur l'image de l'enseignement technique et la qualité de son recrutement. Cependant, en désorganisant l'enseignement technique et en l'obligeant à se reconstruire à l'intérieur d'un système unifié, les réformes successives facilitent le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie. La formation des techniciens est au cœur de ces réformes. La redéfinition des brevets de techniciens (BT), dont les plus scientifiques sont transformés en baccalauréats de techniciens (BTn), permet la création attendue des brevets de techniciens supérieurs (BTS). Dans ce contexte de mutation, le baccalauréat technique est étiqueté baccalauréat E ; le rôle emblématique de ce « baccalauréat mathématiques et technique » est renforcé.

### **8.1.1 Les motivations des réformes**

La réforme Berthoin est célèbre par l'ordonnance<sup>1</sup> qui porte l'âge de la scolarité obligatoire à 16 ans<sup>2</sup>. L'article 2 précise simplement : « *l'instruction obligatoire a pour objet l'éducation et les connaissances de base, les éléments de la culture générale et, selon les choix, de la formation professionnelle et technique.* ». Le décret Berthoin<sup>3</sup> fixe les termes de la réforme de l'enseignement public. Celui-ci reprend en grande partie le projet que Jean Berthoin a proposé en 1955. Un second décret<sup>4</sup> précise les conditions de réorganisation du baccalauréat de l'enseignement secondaire.

En 1960, l'enseignement technique accueille au total 402 000 élèves répartis pour un peu plus de 48 % d'entre eux dans les centres d'apprentissages, un peu plus de 25 % dans les collèges techniques et écoles de métiers, et près de 16 % dans les sections techniques, alors que les Écoles nationales professionnelles en regroupent à peine 6 % et

---

<sup>1</sup> Ordonnance n° 59-45 du 6 janvier 1959. J.O.R.F. n° 5 du 7 janvier 1959. Prolongation de la scolarité obligatoire.

<sup>2</sup> Prévues pour être effectives pour les enfants qui ont six ans à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1959, cette mesure fut retardée.

<sup>3</sup> Décret n° 59/57 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 10. Réforme de l'enseignement public. Disponible : [http://www.vie-publique.fr/documents-vp/decret\\_berthoin.shtml](http://www.vie-publique.fr/documents-vp/decret_berthoin.shtml). Abrogé en 1993.

<sup>4</sup> Décret n° 59/58 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 45. Réforme du baccalauréat de l'enseignement secondaire.

les écoles d'ingénieurs moins de 1 %<sup>1</sup>. À ce chiffre, il convient d'ajouter 160 000 apprentis qui suivent les cours professionnels et les 164 000 auditeurs des cours de promotion (Fernand Legay, 1969, p. 51)<sup>2</sup>, ce qui porte à 726 000 les bénéficiaires de l'enseignement technique. A la même époque, les cours complémentaires regroupent plus de 410 000 élèves, et les premier et second cycles des lycées (annexe 8-2)<sup>3</sup> accueillent 600 000 élèves (Antoine Prost, 1983, p. 14)<sup>4</sup>. C'est à l'ensemble de cette population et aux générations suivantes que s'adresse la réforme. Les motivations des réformateurs sont exprimées dans l'exposé des motifs du *décret Berthoin* qui rappelle le contexte de « *prise de conscience de la révolution démographique* », et le moment où « *l'activité économique du pays offre à nos enfants et à nos adolescents des ouvertures considérables* ». La volonté de démocratiser l'enseignement, c'est-à-dire de permettre au plus grand nombre d'accéder à l'enseignement post-primaire, est doublée d'une volonté de justice sociale. L'orientation des élèves doit se faire sur la base de leurs aptitudes et non sur celle du statut de leurs parents, grâce à « *une orientation fondée sur la pleine observation de leurs aptitudes*. ». Mais la présentation du décret pointe le risque de voir les lycées « *submergés par un million d'élèves* » alors que nombre de jeunes « *trouveraient mieux leur voie dans l'Enseignement technique à l'un ou à l'autre de ses niveaux*. ». L'enseignement technique se trouve bien au cœur de cette réforme.

### **8.1.2 Le décret Berthoin, cycle d'observation, nouveaux établissements et nouvelle organisation scolaires**

Pour atteindre ses objectifs, la réforme réorganise la structure des établissements scolaires post-élémentaires afin de mieux orienter les élèves. Ainsi, pour que « *les élèves ne soient pas trop vite dirigés dans les voies qui les engagent définitivement* », le texte prévoit-il un cycle d'observation de deux ans commun à tous les élèves au niveau des classes de sixième et de cinquième. Ce cycle de deux ans, censé préparer l'orientation, est effectué dans des établissements différents selon l'origine géographique ou sociale des enfants. Il s'agit des lycées et des collèges modernes, des établissements de l'enseignement technique moyen et des collèges d'enseignement général (CEG) qui remplacent désormais les cours complémentaires.

Mais la réforme ne s'arrête pas là. Les établissements de l'enseignement technique sont également concernés. Les centres d'apprentissage (CA) prennent le nom de Collèges d'enseignement technique (CET), tandis que les établissements de l'enseignement technique moyen, les Écoles nationales professionnelles (ENP) et les collèges techniques (CT) sont fusionnés pour donner naissance aux lycées techniques<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> 194 000 élèves dans 918 centres d'apprentissage, 118 000 dans 269 collèges techniques et écoles de métiers, 63 000 dans 445 sections techniques, 23 000 dans 43 Écoles nationales professionnelles et 4 000 dans 17 écoles d'ingénieurs.

<sup>2</sup> Legay Fernand, (1969). L'Enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>3</sup> Annexe 8 : répartition des élèves dans les établissements d'enseignement public (primaire et second degré).

<sup>4</sup> Prost Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXI<sup>e</sup> siècle. Rapport du groupe de travail sur les seconds cycles présidés par M. Antoine Prost*. Ministère de l'Éducation nationale. Service information.

<sup>5</sup> Circulaire n° 3736 du 9 août 1960. RM/F n° 31 du 12 septembre 1960, P 2515. Nouvelle dénomination des établissements scolaires par suite de la mise en application de la réforme de l'enseignement. Cette fusion intervient progressivement par la transformation par décret de chacun des ENP et CT. Ils prennent le nom de lycées techniques (LT), LT d'État, LT national, ou LT municipal en fonction de leur statut administratif antérieur. Ces changements de nom n'ont pas d'incidence sur l'organisation des études et du mode de



(annexe 8-3)<sup>1</sup>. Ainsi ne subsiste-t-il que des collèges et des lycées, et la durée des études post-primaire (y compris le cycle d'orientation) s'en trouve-t-elle uniformisée. Elle est de cinq années pour les élèves qui empruntent la voie des collèges, et de six ou sept ans pour ceux qui passent par le lycée.

La restructuration des établissements s'accompagne d'une nouvelle organisation de l'enseignement. Le *décret Berthoin* distingue deux types d'enseignement, le général et le professionnel. La réforme organise quatre voies distinctes : l'enseignement général court ou long et l'enseignement professionnel, décliné lui-même en enseignement technique court ou long, étant précisé que ces quatre voies ont toutes en commun de commencer par le cycle d'observation de deux années. Après ces deux premières années, les études s'organisent dans chacun des types d'enseignement de la façon suivante.

L'enseignement général court est dispensé dans les collèges d'enseignement général (CEG). Les cinq années sont sanctionnées par le Brevet d'enseignement général.

L'enseignement général long comprend un premier cycle de deux années avec trois sections au choix, classique A, B ou moderne (quatrième et troisième), puis un second cycle de deux ans comportant en seconde et en première, sept sections, classique A, B et C ; moderne M et M' ; technique T (techniques industrielles fondamentales) et T' (faits économiques), et en terminale, cinq sections : philosophie ; sciences expérimentales ; mathématiques ; mathématiques et technique ; sciences économiques et humaines. En fonction des sections, les cours sont dispensés dans des lycées classiques, modernes et techniques mais tous sont sanctionnés par un baccalauréat.

L'enseignement technique court prévoit un cycle de trois années d'études dans un collège d'enseignement technique (CET). Le CET remplace le centre d'apprentissage et continue de former des professionnels qualifiés en délivrant des certificats d'aptitude professionnelle (CAP). Il s'agit de l'enseignement technique élémentaire.

L'enseignement technique long (il s'agit de l'enseignement technique moyen) est dispensé dans les lycées techniques, ce qui donne naissance à un nouvel organigramme de l'enseignement technique (annexe 8-4)<sup>2</sup>.

Des classes passerelles, des quatrièmes spéciales et des troisièmes d'accueil, sont aménagées entre ces différentes voies<sup>3</sup>. La réforme prévoit également un enseignement terminal mis en place à partir de 1967, pour accueillir jusqu'à 16 ans les élèves qui ne désirent pas ou ne sont pas capables de suivre une des quatre voies principales. L'enseignement prévu comporte une formation générale complétée par une spécialisation professionnelle et sanctionnée par le diplôme de fin d'études obligatoires.

---

gestion qui leur est appliqué. Cependant les lycées techniques d'État sont les anciennes ENP, et assurent principalement la préparation aux brevets de techniciens.

<sup>1</sup> Annexe 8 : nouvelle dénomination des établissements scolaires après la réforme de l'enseignement (réforme Berthoin).

<sup>2</sup> Annexe 8 : organigramme de l'éducation, après la réforme Berthoin de 1959. Biales Christian. *Quelles nouvelles frontières pour l'Enseignement technique ? (IV) Une dynamique. Analyse historique et perspectives d'avenir*. Espace Internet de Christian Bialès. (D'après la revue du SNET, mars 1959). Disponible sur : <http://www.christian-biales.net/pages/pedadida.html>

<sup>3</sup> Mais Antoine Prost estime à 1 % le nombre d'élèves qui changent d'établissement. Prost Antoine (1968). *L'enseignement en France 1800-1967*. Paris : Armand Colin. (p. 423).

### 8.1.3 Le décret Berthoin, une réforme aux conséquences négatives pour l'enseignement technique

Avec la réforme Berthoin, la classe de quatrième devient le seuil d'entrée<sup>1</sup> de l'enseignement technique moyen qui, premier inconvénient, voit certaines de ses recrues privées de deux ans de formation technique élémentaire. Par ailleurs, en même temps qu'elle crée de nouveaux titres de techniciens, la réforme attribue à ces titres des équivalences qui ne tiennent pas compte de la durée de formation et portent ainsi préjudice à l'enseignement technique.

En effet, les titres, et non les diplômes, sanctionnant les études de technicien sont redéfinis. Le titre d'agent technique (art. 33) est délivré après quatre ans d'étude (ce qui correspond au BEI des anciens collèges techniques). Le titre de technicien breveté (art. 34) est délivré après cinq ans d'étude, soit au niveau du baccalauréat. Il correspond au diplôme d'élève breveté (DEB) des Écoles nationales professionnelles. Cependant l'article 34 précise : « *La possession de ce titre entraîne l'équivalence de la première partie du baccalauréat.* »<sup>2</sup>. Ce diplôme n'est donc pas équivalent au baccalauréat, alors que les élèves ont le même nombre d'années d'études qu'un bachelier. Guy Brucy (1998, p. 197-198)<sup>3</sup> explique les effets négatifs sur la qualité du recrutement que va avoir cette demi-équivalence, il cite Jean Capelle<sup>4</sup> pour qui on a « *humilié l'enseignement technique en voulant le mettre en valeur* ». Les bons élèves ont tout intérêt à préparer un baccalauréat technique plutôt qu'un diplôme qui demande pratiquement les mêmes efforts sans offrir la même reconnaissance.

Le décret Berthoin institue le titre de technicien supérieur breveté (art. 35) tant attendu. La durée de formation n'est pas précisée. Ce titre s'obtient en poursuivant les études après le diplôme d'élève breveté (DEB), c'est-à-dire six ou sept années après le cycle d'observation, ou pour le dire autrement, après une durée d'étude équivalente à bac + 1 ou bac + 2. Ainsi, le titre de technicien supérieur breveté est-il équivalent au brevet de technicien préparé en deux ans dans des établissements spécialisés ou les ENP et certains CT<sup>5</sup> depuis 1957. Mais l'article 35 précise cependant que « *l'équivalence du baccalauréat est attachée [...] au titre de technicien supérieur breveté.* ». Là encore, cette équivalence au rabais ne peut que renforcer les préjugés négatifs vis-à-vis de l'enseignement technique. En effet, des études plus longues sont nécessaires dans l'enseignement technique pour obtenir une reconnaissance équivalente à un diplôme de l'enseignement général.

Mais la réforme présente un autre aspect négatif, plus important encore. En plus de ternir l'image de l'enseignement technique, elle a une forte incidence sur les flux d'élèves. Comme le rapporte Guy Brucy :

---

<sup>1</sup> Avant la réforme, la plupart des établissements de l'enseignement technique moyen (ENP et CT) recrutent en cinquième, voire en sixième.

<sup>2</sup> En 1959, le baccalauréat est toujours en deux parties. La première partie se passe à l'issue de la classe de première et la deuxième partie (baccalauréat complet ou définitif) après la terminale. Les élèves peuvent arrêter leurs études avec la première partie. Ils sont alors titulaires du baccalauréat 1<sup>re</sup> partie.

<sup>3</sup> Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965). L'État - L'École - Les Entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin.

<sup>4</sup> Qui prend la direction générale de l'organisation et des programmes scolaires (DGOPS) entre 1962 et 1967

<sup>5</sup> Ceux qui disposent d'une section préparatoire.

« Sur le terrain, les directeurs des lycées techniques constatent que l'ambition des parents et les pratiques d'orientation des enseignants de collèges se conjuguent pour priver leurs établissements des bons élèves à la réussite des classes de techniciens » (p. 197).

Ce phénomène s'explique car désormais l'enseignement technique ne peut plus recruter sur concours comme au temps glorieux des ENP ou après l'examen sélectif que pratiquaient les collèges techniques. La démocratisation a donc un effet pervers, en ce que l'enseignement technique absorbe une partie de l'augmentation des effectifs scolarisés. Mais cette orientation par défaut tend alors à remplacer l'orientation choisie, et le niveau du recrutement dans les lycées techniques s'en ressent.

#### 8.1.4 La fin administrative de l'enseignement technique

La réforme Berthoin a réorganisé de manière plus harmonieuse le second degré, en le dotant de deux types d'établissement, les collèges et les lycées. Sur le plan pédagogique, les changements apportés à l'enseignement technique affectent principalement l'organisation des classes de sixième et cinquième qui disparaissent de son champ d'intervention. Sur le plan administratif, la réforme Berthoin ne prévoit rien pour l'enseignement technique. Les changements profonds interviennent en 1960, au moment de la réorganisation de l'administration centrale du ministère de l'Éducation nationale, alors que Pierre Joxe en est le ministre. Les trois directions de l'enseignement du premier degré, du second degré et technique sont alors regroupées sous l'unique direction générale de l'organisation et des programmes scolaires (DGOPS) (annexe 8-5)<sup>1</sup>. Reverdy prend la direction des enseignements technique et professionnel (annexe 8-6)<sup>2</sup> tandis qu'Albert Buisson, le dernier directeur de l'enseignement technique, prend sa retraite. L'enseignement technique garde une partie de son autonomie avec Reverdy qui obtient la délégation de signature du ministre<sup>3</sup>. Mais le démantèlement de l'enseignement technique se poursuit alors que divers textes organisent l'éparpillement des services<sup>4</sup>. Le départ de Reverdy en 1964 annonce l'hallali, comme le dit avec amertume Fernand Legay (1969, p. 54)<sup>5</sup> : « l'enseignement technique en tant que tel, formant un tout cohérent, a perdu son originalité et son caractère propre » (annexe 8-7)<sup>6</sup>. En 1965, lors de la discussion du projet de loi de finances<sup>7</sup>, le rapporteur spécial sur l'Éducation nationale, le député Chapalain, résume clairement le rôle de la DGPEO. L'enseignement technique est absorbé dans la nouvelle organisation :

« En conclusion, cette nouvelle organisation a, d'une part, pour objet de doter ce très grand et très complexe appareil ministériel des organes de 'pilotage'

<sup>1</sup> Annexe 8 : nouvelle organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale. Décret n° 60/566 du 1 juin 1960. BO n° 24 du 20 juin 1960, p. 1865 à 1875 et 1925. Organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Annexe 8 : les directions et personnes en charges de l'enseignement technique de 1895 à 1973.

<sup>3</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juin 1960. BO n° 24 du 20 juin 1960, p. 1873. Délégation de signature au directeur des enseignements technique et professionnel.

<sup>4</sup> Arrêtés des 19 octobre 1961 et 17 septembre 1962. Décret du 14 mars 1964.

<sup>5</sup> Legay Fernand (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.

<sup>6</sup> Annexe 8 : nouvelle organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale. 1964.

Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation française. (p. 880).

<sup>7</sup> Rapport n° 1087. Assemblée nationale – séance du 29 octobre 1964, p. 4193.  
<http://archives.assemblee-nationale.fr/2/c/ri/1964-1965-ordinaire1/032.pdf>

*essentiels par le regroupement des moyens (budget), l'organisation de la prévision (plan), la connaissance (statistiques) et l'unité de l'autorité, et qu'elle tend, d'autre part, à constituer des groupes de services autour de notions fonctionnelles simples (problèmes pédagogiques, problèmes de personnel, problèmes d'équipement, etc.) » .*

L'enseignement technique est dissous administrativement mais l'essentiel, c'est-à-dire les élèves et les établissements, est toujours là. Il faut continuer à le faire vivre et même à le développer. En 1963, lorsque Lucien Géminard est nommé conseiller du directeur général Capelle, celui-ci précise que son rôle est d'éviter que l'« *union du 'technique secondaire' avec le 'secondaire général' (classique et moderne) entraîne la disparition progressive des spécificités du technique.* » (Géminard, 2002, p. 34)<sup>1</sup>.

### **8.1.5 Avec la réforme Fouchet, des études techniques moins longues et des baccalauréats de techniciens (Btn)**

Si la réforme Berthoin a bousculé l'enseignement technique, la réforme Fouchet-Capelle<sup>2</sup>, en instituant une école moyenne de quatre années crée un changement structurel décisif (Claude Lelièvre, 1990, p. 183.)<sup>3</sup>. Tandis que les collèges d'enseignement généraux (CEG) sont conservés, les nouveaux collèges d'enseignement secondaire (CES) regroupent sous le même toit les élèves des classes de quatrième et troisième jusque-là pris en charge dans des filières séparées. Avec le report de l'orientation des élèves à la fin de la troisième, l'enseignement technique est à nouveau amputé de deux ans de formation. Le décret<sup>4</sup> précise ainsi que les agents techniques sont formés en deux ans (article 33), et les techniciens en trois ans (article 34). Les collèges d'enseignement technique sont également touchés (article 32), la préparation du CAP passe de trois à deux ans<sup>5</sup>. Cette réduction anticipe la création future des brevets d'études professionnelles (BEP)<sup>6</sup>.

Après le premier cycle du second degré, c'est sur le deuxième cycle que les réformateurs portent leurs efforts. La nouvelle réforme a lieu en 1965<sup>7</sup>. Elle organise notamment une diminution du nombre de sections des baccalauréats généraux et un redécoupage du second cycle. Ainsi, de deux ans (seconde et première) plus un an (terminale) celui-ci est redécoupé en un an (seconde) plus deux ans (première et terminale). La classe de seconde, avec trois sections (A : littéraire ; C : scientifique ; T : technique industrielle), joue davantage un rôle de sélection et d'orientation vers les cinq sections qui mènent aux baccalauréats (A : littéraire ; B : sciences économiques et sociales ; C : mathématiques et sciences physiques ; D : mathématiques et sciences de

---

<sup>1</sup> Géminard Lucien (2002). L'unification du système enseignant français 1963-1985. Souvenirs d'un inspecteur général. Paris : INRP.

<sup>2</sup> Du nom du ministre Christian Fouchet et du recteur Jean Capelle

<sup>3</sup> Lelièvre Claude (1990). *Histoire des institutions scolaires (1789-1989)*. Paris : Nathan.

<sup>4</sup> Décret n° 63-793 du 3 août 1963. JORF n° 182 du 4 août 1963, p. 7264. Modifiant certaines dispositions du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public. Voir aussi Martine Allaire et Marie-Thérèse Franck, 1995, p. 209. Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation Française.

<sup>5</sup> Mais le CAP en trois ans résiste. Voir Claude Lelièvre, *op. cit.* p192-193.

<sup>6</sup> Décret 69-102 du 18 janvier 1969. BOEN n° 7 du 13 février 1969, p. 527. Règlement général des brevets d'études professionnels.

<sup>7</sup> Décret n° 65-438 du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1372. Modifiant les titres III, IV et X du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public.

la nature ; T : technique industrielle). Le baccalauréat technique (mathématiques et technique) se voit étiqueté par la lettre T, qui sera corrigée en 1967<sup>1</sup> à l'occasion d'une réforme mineure du baccalauréat du second degré. La lettre E est alors affectée au baccalauréat technique pour respecter l'ordre alphabétique des baccalauréats généraux. Le « bac technique » sera ainsi désigné pendant vingt-cinq années sous l'appellation de « bac E ».

La réforme de 1965 est également fondamentale pour l'enseignement technique long dont le cycle débute, depuis 1963, à partir de la classe de troisième. D'une part elle institue un nouveau diplôme, le baccalauréat de technicien (BTn)<sup>2</sup>, appelé à un grand avenir. Celui-ci est un diplôme de technicien généraliste et doit remplacer certains brevets de technicien (BT) existants. La possession d'un de ces deux diplômes permet l'accès à l'enseignement supérieur<sup>3</sup>. D'autre part, la réforme entérine, en modifiant l'article 34 du décret Fouchet-Capelle, la durée d'études nécessaire et désormais suffisante pour accéder au titre de technicien. Celle-ci est de trois ans. Une période transitoire est instituée, afin de permettre aux élèves ayant débuté les études dans la technique avant 1959, de finir normalement leur scolarité. Un décret pris en 1962<sup>4</sup> organise des mesures provisoires pour les élèves en classe de quatrième et au-delà, qui préparent un brevet d'enseignement industriel (BEI) ou un diplôme d'élèves breveté (DEB) entre 1959 et 1965. Le titre d'agent technique breveté et de technicien breveté leur est reconnu postérieurement à leur succès au diplôme.

Ainsi le parcours des élèves au sein de l'enseignement technique secondaire qui pouvait durer sept ans est ramené à trois années seulement. Désormais, les élèves qui débutent des études techniques de niveau moyen obtiennent un diplôme de niveau baccalauréat, soit le baccalauréat technique (bac E), soit le baccalauréat de technicien (BTn), soit le brevet de technicien (BT). Après le démantèlement administratif de l'enseignement technique, cette nouvelle organisation achève son intégration pédagogique dans un système scolaire unifié. En quelques années, aux trois ordres, primaire, secondaire et technique, se substitue un système organisé en trois degrés successifs (premier et second degré, puis supérieur).

Cependant, ces changements ne se produisent pas de manière brutale, la création du nouveau baccalauréat de technicien (BTn) nécessite une période de gestation pendant laquelle les programmes et l'organisation administrative et réglementaire sont à définir.

---

<sup>1</sup> Décret n° 67-994 du 13 novembre 1967. BO n° 44 du 23 novembre 1967, p. 2817. Réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

<sup>2</sup> Article 34 du décret n° 65-438 du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p 1372. Modifiant les titres III, IV et X du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public.

<sup>3</sup> Mais cet accès n'est pas automatique. Il est soumis, suivant les spécialités, à des décisions prises par arrêté.

<sup>4</sup> Décret n° 62-821 du 18 juillet 1962. BO n° 31 du 27 août 1962, p. 2787. Application des articles 33 et 34 du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement.

## 8.2 La genèse des nouveaux diplômes du technique : le brevet de technicien supérieur (BTS), le brevet de technicien (BT) et le baccalauréat de technicien (BTn)

Après la création des brevets de technicien (BT) en 1952<sup>1</sup>, le *décret Berthoin* (1959), en instituant trois titres de technicien (cf. § 8.1.2.), fait naître une certaine confusion. L'existence des brevets de technicien supérieur (BTS) de 1962 oblige à définir de nouveaux brevets de technicien (BT) en 1964. La création du diplôme de baccalauréat de technicien (BTn) en 1965 permet la transformation des trois brevets de technicien (BT) en trois baccalauréats de technicien (les premiers BTn) en 1967. Ces trois brevets de technicien (BT) industriel, fabrication mécanique, électrotechnique et électronique, avaient d'ailleurs été créés dans cette perspective en 1964 (fig. 8.1, annexe 8-8<sup>2</sup>).

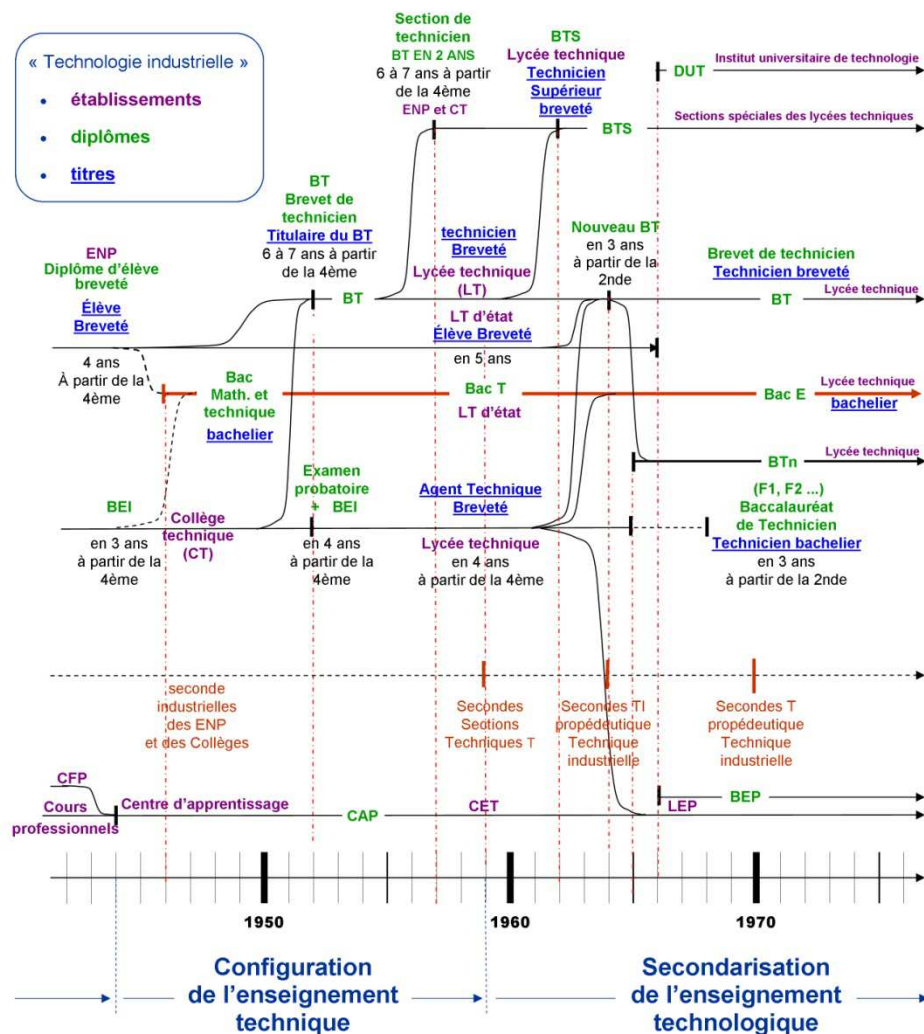


Figure 8-1: chronogramme relatif à la genèse des nouveaux diplômes et établissements du technique entre 1952 et 1966

<sup>1</sup> Décret n° 52-178 du 19 février 1952. BOEN n° 9 du 28 février 1952, p. 715. Création et fixation des examens publics prévus par la loi du 4 août 1942 modifiés, relative à la délivrance des diplômes professionnels.

<sup>2</sup> Annexe 8 : chronogramme relatif à la genèse des nouveaux diplômes et établissements du technique

Ces changements sont rendus possibles par l'harmonisation des programmes, opérée à la fin des années 1950 (cf. § 7.5.6).

### **8.2.1 L'harmonisation des formations, prélude à de nouveaux diplômes**

Les réformes administratives et pédagogiques doivent se mettre en place sans heurts pour assurer le bon déroulement des études. Cela nécessite des aménagements successifs relatifs aux contenus des programmes et aux horaires. Ainsi l'harmonisation des programmes des classes de quatrième, troisième et de seconde des collèges techniques (CT) et des Écoles nationales professionnelles (ENP), réalisée en 1958 (cf. 7.5.5.), est-elle complétée en 1959 par un alignement des maxima horaires hebdomadaires (annexe 8-9)<sup>1</sup>. Cet alignement s'opère en diminuant de façon importante le nombre d'heures d'atelier. La circulaire préconise<sup>2</sup> de compenser cette réduction d'horaire par :

*« ... une meilleure efficacité du travail par une organisation des opérations de lancement, par un aménagement des postes de travail, par la création de matériel didactique abondant en vue d'assurer une formation plus rapide dans la pratique de la métrologie et la conduite des machines-outils, par la réduction des travaux d'ébauche à la main, par une utilisation complète du temps prévu dans les horaires. ».*

Ces ajustements vont permettre, à terme, la fusion des formations assurées dans les Écoles nationales professionnelles et les collèges techniques et rendent possible la mise en place des réformes prévues par les décideurs politiques. En outre, la redéfinition complète des diplômes de l'enseignement technique moyen s'accompagne de la création d'un nouveau brevet d'un technicien (BT) et du baccalauréat de technicien (Bt<sub>n</sub>). Enfin, l'enseignement technique se dote d'un nouveau diplôme d'enseignement supérieur : le brevet de technicien supérieur (BTS).

### **8.2.2 La création des brevets de technicien supérieur (BTS)**

L'année 1962 est marquée par l'entrée en vigueur effective de mesures énoncées par le *décret Berthoin* de 1959 (articles 33, 34 et 35). L'application des articles 33 et 34 donne lieu à des mesures transitoires pour les élèves des Écoles nationales professionnelles et des collèges techniques (cf. 8.1.4. *supra*). La mise en œuvre de l'article 35 se concrétise par l'institution d'un examen public en vue de l'obtention d'un nouveau diplôme, le brevet de technicien supérieur (BTS)<sup>3</sup>. Trente-trois brevets de technicien (BT) sont alors requalifiés (annexe 8-10)<sup>4</sup> en BTS<sup>5</sup>. Une circulaire<sup>1</sup> harmonise

---

<sup>1</sup> Annexe 8 : alignement des maxima horaires hebdomadaires des collèges techniques et des Écoles nationales professionnelles (1959).

<sup>2</sup> Circulaire du 2 novembre 1959. RM / F n° 23 du 30 novembre 1959. p 3025. Instructions pédagogiques concernant les nouveaux horaires, enseignements professionnels. Cette circulaire est une des dernières que signe Albert Buisson avant son départ à la retraite.

<sup>3</sup> Décret n° 62-216 du 26 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 887. Application des dispositions de l'article 35 du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 relatif à la réforme de l'enseignement public.

<sup>4</sup> Annexe 8 : liste des 33 brevets de techniciens (BT) institués entre 1952 et 1961, requalifiés en 1962 en brevets de technicien supérieur (BTS).

<sup>5</sup> Arrêté du 2 août 1962. BO n° 35 du 24 septembre 1962, p. 3183. Reclassement comme brevets de technicien supérieur de certains brevets de technicien institués conformément au décret n° 52-178 du 19 février 1952.

les horaires des sections préparatoires du groupe industriel (fabrication mécanique, bureau d'étude, bâtiment, électrotechnique, électronique, fonderie et micromécanique) des BTS (annexe 8-11)<sup>2</sup>. Ces sections deviennent les sections de techniciens supérieurs (STS). Un certain nombre de BT « *jugé d'un niveau insuffisant* » (voir Guy Brucy, 1998, p.196)<sup>3</sup> est relégué au niveau de l'article 34 du *décret Berthoin*, c'est-à-dire comme simple diplôme de technicien avec une durée de formation de trois ans.

### 8.2.3 Les nouveaux brevets de technicien (BT)

La requalification de la plupart des brevets de technicien (BT) en brevets de technicien supérieur (BTS)<sup>4</sup> oblige à redéfinir le règlement des brevets de technicien (BT). Un décret<sup>5</sup> paraît au début de l'année 1964, soit plus de dix ans après la création du diplôme. Le libellé du décret est peu différent de celui de 1952. Néanmoins son contenu précise la durée de formation, les candidats doivent « *avoir accompli à la date de la session d'examen une scolarité complète de trois ans à partir de la classe de seconde* ». Cette précision clarifie la différence entre le BTS et le BT. Le BTS remplace le BT lui-même appelé à remplacer le diplôme des ENP disparues. Il n'est pas précisé s'il s'agit d'un diplôme professionnel. Ce texte inaugure la période des six années qui seront nécessaires à la mise en place dans l'enseignement technique des réformes Berthoin de 1959 et Fouchet de 1963.

A la rentrée 1963<sup>6</sup>, 47 classes de seconde technique industrielle (2nde TI) sont ouvertes à titre expérimental en prévision de l'application de la réforme. Ces classes sont communes aux élèves préparant, soit le baccalauréat technique, soit le futur brevet de technicien dans l'une de ses trois spécialités, fabrications mécanique, électrotechnique ou électronique. Au début de l'année suivante, une enquête (annexe 8-12)<sup>7</sup> est diligentée auprès des directeurs et directrices des lycées techniques afin de prévoir les modalités de reconversion, de suppression ou de création de nouvelles sections, notamment la disparition du BEI. Pour préparer la réorganisation des structures des établissements, une circulaire<sup>8</sup> demande aux chefs d'établissements de faire des propositions pour reconvertir les sections de BEI en section de CAP, de brevet de technicien (BT) ou de baccalauréat technique. À l'issue « *d'une étude minutieuse* » des avis des chefs d'établissement, des recteurs, des inspecteurs d'académie et des inspecteurs principaux de l'enseignement technique, des classes de seconde TI (techniques industrielles)

---

<sup>1</sup> Circulaire n° 64-245 du 21 mai 1964. BO n° 22 du 4 juin 1964, p. 1359. Sections préparatoires aux brevets de technicien supérieur.

<sup>2</sup> Annexe 8 : harmonisation des horaires des sections préparatoires aux brevets de technicien supérieur du groupe industriel (1964).

<sup>3</sup> Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965). L'État - L'École - Les Entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin.

<sup>4</sup> Deux ans de scolarité après le baccalauréat.

<sup>5</sup> Décret n° 64-42 du 14 janvier 1964. BO n° 5 du 30 janvier 1964, p. 312. Délivrance du titre de technicien breveté.

<sup>6</sup> Circulaire n° 215-E3 du 25 juillet 1963. Il n'y a pas de trace de cette circulaire au BO, elle est cependant citée par la circulaire n° 64-301 qui en rappelle le contenu. Circulaire n° 64-301 du 3 juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p 1686. Modification de la structure des lycées techniques. Second cycle.

<sup>7</sup> Annexe 8 : enquête en vue de la restructuration des sections de BEI.

<sup>8</sup> Circulaire du 16 janvier 1964. BO n° 7 du 13 février 1964, p. 445. Modification de la structure des lycées techniques – sections industrielles.



préparatoires au brevet de technicien<sup>1</sup> ouvrent à la rentrée 1964. Parmi elles, celles qui préparent aux brevets de technicien (BT) de spécialités industrielles<sup>2</sup> (fabrications mécanique, électrotechnique et électronique) adoptent un programme d'enseignement professionnel<sup>3</sup> identique aux classes de seconde T qui préparent au baccalauréat technique. De la même façon, le programme de mathématiques de ces classes, qualifiées par Jean Capelle<sup>4</sup> de « véritables classes d'orientation à l'intérieur de l'enseignement technique », est identique. Ces secondes TI présentent donc un régime spécial. Elles forment à un tronc commun et ouvrent la voie soit vers un des trois brevets de technicien (BT) industriel, soit vers le baccalauréat mathématiques et technique. Celui-ci bénéficie ainsi d'un vivier plus important pour la sélection de l'élite de l'enseignement technique. Ces brevets de technicien industriel ont la particularité d'avoir un « fort contenu scientifique » (Lucien Géminard, 2002, p. 71)<sup>5</sup>. Ces brevets sont donc bien adaptés pour devenir de véritables baccalauréats de technicien. Cependant, ceux-ci n'ont pas encore d'existence officielle. En effet, comme toute création de diplôme dans l'enseignement technique, les débats et compromis qui précèdent les décisions imposent un délai.

#### **8.2.4 La transformation de trois brevets de techniciens (BT) en baccalauréats de techniciens (BTn), la spécialisation de la technologie**

La création du nouveau diplôme de brevet de technicien (BT) en 1964 est précédée de nombreuses discussions au sein de l'Éducation nationale et parmi les milieux patronaux (Guy Brucy, 1998, § 9)<sup>6</sup>. Les questions ont notamment trait au positionnement du BEI et du BT par rapport au baccalauréat, la durée des études ou la valeur professionnelle du diplôme. C'est une nouvelle fois, et sans doute la dernière pour les partisans d'un enseignement technique autonome et vertical<sup>7</sup>, l'occasion de s'opposer aux adeptes de son intégration<sup>8</sup>. Face aux défenseurs de diplômes très spécialisés, tels les brevets des Écoles nationales professionnelles, les nouvelles têtes pensantes de l'enseignement technique emmenées par Jean Capelle, lui-même conseillé par Lucien Géminard, analysent les choses différemment. L'idée est, selon le principal acteur de la mise en place des programmes de baccalauréat de technicien Jean Ferrez, « d'offrir aux élèves de l'enseignement technique long un débouché dans l'enseignement supérieur »

---

<sup>1</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1677. Horaire hebdomadaire des enseignements généraux de la classe de 2<sup>nd</sup>e TI.

<sup>2</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1677. Horaire hebdomadaire et programmes de la classe de 2<sup>nd</sup>e T.I. préparatoire aux brevets de techniciens fabrications mécaniques, électronique et électrotechnique et au baccalauréat série mathématiques et technique.

<sup>3</sup> Professionnel est le terme employé dans l'arrêté. Il s'agit du triptyque de l'enseignement technique : dessin, technologie et travaux d'atelier.

<sup>4</sup> Circulaire n° 64-470 du 1<sup>er</sup> décembre 1964. BO n° 47 du 17 décembre 1964, p. 2809. Instructions relatives aux programmes de mathématiques de la classe de seconde T.I. préparatoire aux brevets de technicien fabrications mécaniques, électronique et électrotechnique et au baccalauréat série mathématiques et technique.

<sup>5</sup> Géminard Lucien (2002). *L'unification du système enseignant français 1963-1985. Souvenirs d'un inspecteur général*. Paris : INRP.

<sup>6</sup> Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965). L'État - L'École - Les Entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin.

<sup>7</sup> Les inspecteur généraux de l'enseignement technique et les défenseurs des anciennes ENP.

<sup>8</sup> L'intégration de l'enseignement technique est achevée à la fin des années 1960.

(Marie-Thérèse Frank et Pierre Mignaval, 2004)<sup>1</sup>. La solution consiste à créer des baccalauréats de technicien (BTn) répondant au principe fondamental suivant :

*« ... le titulaire d'un baccalauréat de technicien doit posséder une culture générale, non pas identique, mais de niveau comparable à celle d'un bachelier, et dans le domaine professionnel, une compétence et un savoir-faire de même qualité que ceux d'un technicien breveté d'ENP. »* (p. 160).

Cette « quadrature du cercle », selon Jean Ferrez, ne pouvait se résoudre que de deux façons. Premièrement, en réduisant le temps de formation dans les ateliers. Deuxièmement, en excluant du champ des baccalauréats de technicien (BTn) des brevets tels que le « *brevet de technicien de cuirs et peaux ou de meunerie [pour lesquels] il n'était pas nécessaire d'avoir la culture générale d'un bachelier pour traiter les cuirs ou moudre le grain.* »<sup>2</sup>. La spécialisation de la technologie était en marche.

Les trois sections préparatoires aux brevets de technicien (BT) industriel sont donc créées par des arrêtés<sup>3</sup> pris dans cette optique, et en anticipant le décret de création du baccalauréat de technicien (BTn) qui interviendra en juin 1965. L'article 2 de ce décret<sup>4</sup> crée également une classe de seconde qui prépare, soit au baccalauréat technique, soit au baccalauréat de technicien (BTn)<sup>5</sup> sous le nom de seconde TI (technique industrielle). Une circulaire<sup>6</sup> précise la mission de cette nouvelle seconde, être une « *véritable classe d'orientation à l'intérieur de l'enseignement technique* ». Le BTn est créé à l'article 34 du même décret, qui précise que le nouveau diplôme se substituera à certains brevets de techniciens. Le même jour, un arrêté<sup>7</sup> et une circulaire<sup>8</sup> indiquent respectivement les horaires des classes de seconde et les horaires et programmes expérimentaux des classes de première et terminale TI, préparatoires aux brevets de technicien dans les spécialisations fabrications mécaniques, électronique, électrotechnique. Ces trois brevets de technicien sont finalement créés en septembre 1965<sup>9</sup>. Les subtilités réglementaires obligent à des contorsions, comme le montre la rédaction de l'article premier<sup>10</sup> :

*« A titre transitoire, et jusqu'à une date qui sera fixée par un arrêté ultérieur, le brevet de technicien des fabrications mécaniques est délivré aux candidats qui*

---

<sup>1</sup> Frank Marie-Thérèse, Mignaval Pierre (2004). *Jean Ferrez. Au service de la démocratisation. Souvenirs du ministère de l'Éducation nationale 1943-1983*. Lyon : INRP.

<sup>2</sup> Frank Marie-Thérèse, Mignaval Pierre, *op. cit.*

<sup>3</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p 1677. Horaire hebdomadaire et programmes de la classe de 2<sup>nd</sup>e T.I. préparatoire aux brevets de techniciens fabrications mécaniques, électronique et électrotechnique et au baccalauréat série mathématiques et technique.

<sup>4</sup> Décret n° 65-438 du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p 1372. Modifiant les titres III, IV et X du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public.

<sup>5</sup> Cela généralise l'expérimentation menée dans 47 classes expérimentales en 1963 (cf. *supra* 8.2.3.).

<sup>6</sup> Circulaire n° 64-470 du 1<sup>er</sup> décembre 1964. BO n° 47 du 17 décembre 1964, p. 2809. Instructions relatives aux programmes de mathématiques de la classe de seconde T.I. préparatoire aux brevets de technicien fabrications mécaniques, électronique et électrotechnique et au baccalauréat, série mathématiques et technique.

<sup>7</sup> Arrêté du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1373. Horaire hebdomadaire dans les classes de second cycle des lycées classiques, modernes et techniques.

<sup>8</sup> Circulaire n° 65/239 du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1378. Horaires et programmes expérimentaux applicables dans les classes de première TI et TI préparatoire aux brevets de techniciens : fabrications mécaniques, électronique, électrotechnique.

<sup>9</sup> Arrêtés du 6 septembre 1965. BO n° 34 du 23 septembre 1965, p 2025, 2029 et 2034. Création d'un brevet de technicien en électronique, en électrotechnique et en fabrications mécaniques.

<sup>10</sup> La même rédaction est adoptée pour les trois brevets, seul l'intitulé du brevet est modifié.

*subissent avec succès les épreuves d'un examen public, défini par le décret n° 64-42 du 14 janvier 1964 modifié et par le présent arrêté et ses annexes. »*

Ces trois baccalauréats de technicien doivent remplacer les diplômes d'élève breveté (DEB) délivrés aux élèves des anciennes ENP et certains BEI, délivrés aux élèves des anciens collèges techniques (CT). Le BTn de fabrications mécaniques remplace les BEI d'ajusteur, de tourneur, de fraiseur, de forgeron-mécanicien, en mécanique automobile, de dessinateur en construction. Cette liste révèle le caractère largement généraliste du nouveau diplôme qui en remplace six anciens. Le BTn d'électronique remplace le BEI de radio-électricité tandis que le BTn d'électrotechnique remplace les BEI en électricité et en électricité automobile.

L'année suivante, en 1966, de nouveaux programmes expérimentaux<sup>1</sup> pour les trois brevets de techniciens (BT) industriels paraissent et deviennent applicables pour la première fois lors de la session de 1967, pour les élèves des classes expérimentales créées en 1963. Les enseignements littéraires et scientifiques occupent chacun environ un quart des 37 heures de cours. L'autre moitié de l'horaire est dédiée à l'enseignement des techniques industrielles (annexe 8-13)<sup>2</sup>. Les heures passées à l'atelier pour les deux années terminales sont réduites à 9 et 12 heures au lieu des 14 et 16 heures effectuées précédemment dans les ENP et des 17 et 19 heures dans les collèges techniques. Les automatismes font leur apparition dans les programmes. Des actions de formation-reconversion à l'algèbre de Boole nécessaire à la conception des circuits automatiques sont alors organisées pour les professeurs à travers toute la France<sup>3</sup>. Deux manuels d'automatismes destinés aux classes de première et terminale sont écrits par deux professeurs d'ENNA associés à deux inspecteurs généraux de l'enseignement technique<sup>4</sup>. Jean-Marie Legrand (1987)<sup>5</sup>, professeur de construction au lycée technique Dorian de Paris commente ainsi ces changements : « *un enseignement technique se meurt sous nos yeux, une mutation éclate, les laboratoires d'automatismes et d'électronique chassent les alignements d'étaux...* ».

Mais ce n'est qu'en 1967<sup>6</sup> que les trois brevets de technicien (BT) industriel deviennent des baccalauréats de technicien (BTn). À cette occasion, le brevet de technicien en « fabrications mécaniques » devient le baccalauréat de technicien en « construction mécanique », dont l'appellation sous-entend des travaux de conception. Cette création s'accompagne de l'ouverture de deux classes de seconde T, option génie

---

<sup>1</sup> Circulaire n° 66-220 du 7 juin 1966. BO n° 24 du 16 juin 1966, p. 1269. Horaires et programmes expérimentaux de 1<sup>re</sup> TI et terminale TI préparatoires aux brevets de techniciens « fabrications mécaniques », « électroniques », « électrotechniques ».

<sup>2</sup> Annexe 8 : matières d'enseignement et horaires hebdomadaires des classes de 1<sup>re</sup> TI et terminale TI des classes du brevet de technicien fabrications mécaniques (1966).

<sup>3</sup> Cette marque d'unification fait toute la différence avec les brevets de technicien très spécialisés comme celui des cuirs et peaux par exemple.

<sup>4</sup> Chappert René, Cojean Jean, Campa André (1967). *L'automatisme par les problèmes. Tome I à l'intention des débutants*. Paris : Foucher. Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Legrand Jean-Marie (1987). Images d'une vie consacrée à l'enseignement technique. *Technologie*. 10, 24-25.

<sup>6</sup> Arrêtés du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p 1949, 1951 et 1952. Horaires et programmes des classes de première et terminale préparatoires au baccalauréat de technicien en électrotechnique, en électronique et en construction mécanique.

civil (T2)<sup>1</sup> et laboratoire (T3), en prévision de la création de nouveaux baccalauréats de technicien. La volonté initiale de n'avoir qu'une seconde technique T (cf. *supra*) commune avec le baccalauréat technique (bac E) est battue en brèche par les spécificités de l'enseignement technique, et notamment par celles liées aux besoins en ateliers ou en laboratoires et en professeurs spécialisés. Ce qui fait dire à Jean Ferrez : « *En conséquence, comme toujours, chaque fois que l'on fixait une règle, on était obligé immédiatement de la transgresser.* ».

Les difficultés finissent par s'estomper quand une circulaire<sup>2</sup> fait le point sur la nouvelle organisation de l'enseignement technique long et sa nouvelle structure (annexe 8-14)<sup>3</sup>. Huit baccalauréats de technicien (BTn) du second cycle technique industriel sont réunis dans trois groupes distincts :

- Premier groupe (mécanique et électricité) : BTn de construction mécanique ; d'électronique ; d'électrotechnique.
- Deuxième groupe (génie civil) : BTn de constructeur en bâtiment ; de génie civil et travaux publics.
- Troisième groupe (laboratoire) : BTn de physique ; de chimie ; de biochimie.

L'année suivante, en 1968, une nouvelle circulaire<sup>4</sup> affecte des lettres indicées à chacun des baccalauréats de technicien<sup>5</sup> en continuité avec les appellations des baccalauréats généraux (bac A, B, C, D) et technique (bac E). Les deux brevets de technicien de génie civil ne forment plus qu'un seul BTn et le BTn biologie est créé :

- construction mécanique (F1)
- électronique (F2)
- électrotechnique (F3)
- génie civil (bâtiment et travaux publics) (F4)
- physique (F5)
- chimie (F6)
- biochimie (F7)
- biologie (F8)

Finalement c'est au mois de novembre 1968 que paraît le décret<sup>6</sup> définissant les conditions de délivrance du baccalauréat de technicien, l'article premier est ainsi rédigé :

---

<sup>1</sup> Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1958. Programmes des classes A (B3) et de secondes T (option laboratoire et génie civil).

<sup>2</sup> Circulaire n° IV 67-331 du 1<sup>er</sup> août 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1975. Organisation des enseignements techniques longs – sections industrielles et économiques des lycées et lycées techniques – Mises en place à la rentrée scolaire 1967 des préparations aux baccalauréats de technicien.

<sup>3</sup> Annexe 8 : structure du second cycle technique industriel de l'enseignement technique long (1967).

<sup>4</sup> Circulaire n° IV 68-318 du 1<sup>er</sup> août 1968. BO n° 29 du 26 août 1968, p. 2263. Enseignement technique long préparatoire aux baccalauréats de technicien du secteur industriel et de certains B.T. (rentrée 1968).

<sup>5</sup> Il existe également trois BTn tertiaires (G1, G2 et G3).

<sup>6</sup> Décret n° 68-1008 du 20 novembre 1968. BO 42 du 20 novembre 1968, p. 3121. Délivrance du titre de bachelier technicien.

« ... des examens publics sont institués en vue de l'obtention du baccalauréat de technicien.

*Le baccalauréat de technicien délivré aux candidats qui subissent avec succès les épreuves de l'examen porte mention de la spécialité professionnelle ; la possession du baccalauréat de technicien confère le grade de bachelier technicien et la qualité de technicien ou toute autre appellation en usage dans la profession considérée pour définir un niveau équivalent. »*

Les règlements d'examens des BTn de construction mécanique, d'électronique et d'électrotechnique sont publiés en février 1969. Les premiers baccalauréats de technicien sont délivrés à l'issue de la session de juin 1969. Ainsi dix années se sont révélées nécessaires pour mener à bien les réformes initiées en 1959.

L'enseignement technique moyen délivre trois diplômes nationaux après trois années de formation dans les lycées techniques. D'une part, les brevets de techniciens, très spécialisés dans un domaine particulier, entretiennent des liens étroits avec les milieux industriels et ambitionnent l'emploi immédiat de leurs titulaires. D'autre part, les baccalauréats de technicien, diplômes plus généralistes en lien avec les grands domaines industriels, permettent la poursuite des études vers les BTS et, dans une moindre mesure, vers les diplômes d'études universitaires (DUT) préparés dans les Instituts universitaires de technologie (IUT) créés en 1966 (cf. *supra* 8.4.6.). Enfin, demeure le baccalauréat technique dont la finalité, la préparation aux Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers et à l'ENSET, n'a pas changé depuis sa création en 1946 (annexe 8-15)<sup>1</sup>. D'une certaine manière les baccalauréats de technicien s'inspirent du baccalauréat technique. Celui-ci apparaît comme le grand frère des diplômes de technicien, une sorte de concentré des baccalauréats de technicien industriel.

L'ensemble de ces changements provoque une réactualisation de la terminologie utilisée dans la nomenclature des niveaux de formation<sup>2</sup> (annexe 8-16)<sup>3</sup> pour l'adapter à la nouvelle structure des enseignements (annexe 8-17)<sup>4</sup>.

### 8.3 Les innovations pédagogiques

L'intense activité réglementaire nécessaire à la concrétisation des décisions politiques se double d'un dynamisme pédagogique. Les réformes ne freinent pas l'innovation pédagogique et les perspectives d'élévation du niveau général de l'enseignement technique offrent une nouvelle motivation aux novateurs.

Parallèlement à l'élévation du niveau de formation dans l'enseignement technique moyen, les années 1960 sont marquées par l'« *évolution de l'enseignement professionnel dans les Collèges d'Enseignement technique* », selon l'expression de

---

<sup>1</sup> Annexe 8 : trois types de formation technique au lycée.

Laurent Pierre (1966). Les aspects de la réforme de l'enseignement propres aux enseignements techniques. *Technique Art Science*, 1, 15-26. (p. 22)

<sup>2</sup> Circulaire n° II-67-300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale. Classification des niveaux de formation.

<sup>3</sup> Annexe 8 : nomenclature des niveaux de formation (1967).

<sup>4</sup> Annexe 8 : structure des enseignements (1966).

M. Poirson (1961a, 1961b)<sup>1</sup>, inspecteur de l'enseignement technique. Même si ces changements concernent les élèves de CAP<sup>2</sup>, ils reflètent les problématiques de l'époque, articulées autour de l'évolution dans les ateliers avec l'abandon des « *vieilles méthodes [...] exercices et progressions* » au profit des « *travaux d'initiation* » ; de l'évolution dans les salles de dessin pour faire de celui-ci « *une véritable culture de l'esprit* » ; de l'évolution de la technologie enfin. Même si cela n'est pas nouveau, « *l'enseignement de la technologie doit être expérimental* », dispensé dans de « *véritable laboratoire de l'enseignement des techniques, [il] doit permettre de réaliser des expériences des manipulations* » (annexe 8-18)<sup>3</sup>.

Ainsi, que ce soit au niveau des méthodes d'analyse, des outils de représentation et du vocabulaire, c'est une nouvelle fois la technologie qui offre le plus de perspectives de développement à l'enseignement technique. De plus ces changements entrent en résonance avec les incessantes évolutions du monde industriel, notamment les outils de production.

### 8.3.1 L'étude des machines et l'apparition des schémas fonctionnels

Tandis que la décennie 1948-1958 est marquée par l'analyse des organes de machines, la décennie suivante, 1959-1969, privilégie l'étude des machines. Cette nouvelle orientation va contribuer au développement d'un nouveau type d'outil descriptif : des schémas où les seuls symboles sont des rectangles<sup>4</sup>. Ce mode de représentation est encouragé, sinon contraint, par le développement des machines automatiques.

Les prémices de la schématisation des machines automatiques ont été posées par Pierre de Latil en 1953<sup>5</sup> (annexe 8-19)<sup>6</sup>. Cependant, dès avant l'ouvrage fondateur de Georges Lenormand et Raymond Mignée (1949)<sup>7</sup>, les auteurs de manuels ont recours au dessin illustratif et au schéma explicatif (annexe 8-20)<sup>8</sup> pour décrire les organes de machines ou les machines simples. L'usage du schéma fonctionnel structural se développe, mais la complexification des machines impose un nouveau mode de représentation. Ainsi, l'utilisation de schémas utilisant des rectangles pour représenter les éléments d'une machine est-elle initiée par l'inspecteur général André Campa. C'est dans *Le Cours Industriel* où il alimente la rubrique « *technologie générale* » par une série d'articles qui paraissent sous le titre « *Étude fonctionnelle des machines-outils* » que ce type de schéma apparaît en 1956<sup>9</sup>. En effet, dès que l'étude porte sur un ensemble

---

<sup>1</sup> Poirson, M. (1961a). Évolution de l'enseignement professionnel dans les collèges d'enseignement technique. *Le cours industriel*, 7, 193-195.

Poirson, M. (1961b). Évolution de l'enseignement professionnel dans les collèges d'enseignement technique. *Le cours industriel*, 8, 225-229.

<sup>2</sup> Un raccourci pour dire « les élèves qui préparent un CAP ».

<sup>3</sup> Annexe 8 : laboratoire de technologie expérimentale (1961).

<sup>4</sup> La dénomination de « schéma bloc », utilisée en automatique, la science des asservissements, apparaît plus tardivement.

<sup>5</sup> De Latil Pierre (1953). *Introduction à la cybernétique. La pensée artificielle*. Paris : Gallimard.

<sup>6</sup> Annexe 8 : schéma organisateur d'une machine régularisée par feed-back selon Pierre de Latil.

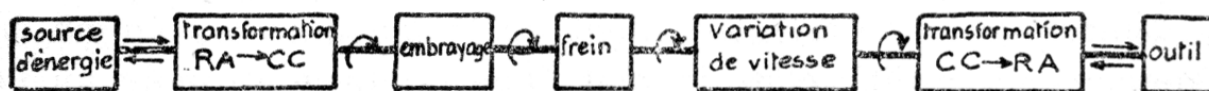
<sup>7</sup> Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>8</sup> Annexe 8 : machine ; dessin illustratif et schémas explicatifs de scies mécaniques. Sébire Lucien, Navet A. (1949). *Résumés de technologie, métiers du fer. A l'usage des candidats au CAP. Brevet industriel et brevet professionnel. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1941)*. Paris : Ozanne.

<sup>9</sup> Campa André (1956). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 5, 138-139. (p. 139).

d'éléments en interrelation, distants à l'intérieur de la machine et de nature différente (mécanique et électrique), le dessin technique ou le schéma structural (appelé aussi parfois schéma fonctionnel, cf. § 7.2.2.) ne sont plus adaptés. Dans les premiers schémas de Campa, le repérage des éléments est effectué à l'extérieur des rectangles (annexe 8-21)<sup>1</sup>, puis, sans doute par commodité et par souci de clarté, le repérage se positionne à l'intérieur des rectangles. Ce nouveau type de schéma ne porte pas encore de nom. Ce n'est qu'après une dizaine d'années d'utilisation et de mûrissement que Jean Chabal, professeur à l'ENNA de Paris, utilisera le terme de « schéma fonctionnel ».

Le procédé va être repris et développé sans qu'une norme ne parvienne à s'imposer<sup>2</sup>. Les manuels utilisent ce nouveau type de schéma. En 1959, le tome III « *Organes de machine* » du manuel de technologie de construction de Armand Giet et Raymond Pasquet (1959, p 6)<sup>3</sup> qui débute par des généralités sur les machines emprunte ce mode de représentation (annexe 8-22, fig. *infra*)<sup>4</sup>.



**Figure 8-2 : représentation de la chaîne cinématique d'une machine-outil**

La description de la chaîne cinématique d'une machine commandée par un moteur s'inspire des schémas proposés par André Campa. Chaque organe est représenté par un rectangle, tandis que la transmission du mouvement de rotation entre les organes est figurée par un simple trait. Des flèches indiquent le sens de rotation mais aussi le sens de déplacement de l'outil qui se trouve en bout de chaîne.

Les industriels utilisent également cette représentation schématique, notamment La Télémécanique Électrique (annexe 8-23)<sup>5</sup>, ou Renault<sup>6</sup> (annexe 8-24) pour modéliser la commande en boucle fermée (asservissement) des machines-outils à commande numérique. Mais le schéma fonctionnel apparaît surtout comme un outil pédagogique, un moyen d'amener progressivement les notions nouvelles à un élève. C'est ainsi que Pierre-Jean Fort (1966, 1967)<sup>7</sup> présente l'automatisation des machines à l'aide de tels

Campa André (1958). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 4, 101-105. (p. 105).

<sup>1</sup> Annexe 8 : commandes de moteurs de machines-outils.

<sup>2</sup> Parallèlement se développe la théorie des systèmes asservis, grande utilisatrice de schéma bloc.

<sup>3</sup> Pasquet Raymond, Giet Armand (1959). *Technologie de construction. Tome III, organe de machine. 1<sup>re</sup> édition*. Paris : Dunod.

<sup>4</sup> Annexe 8 : représentation de la chaîne cinématique d'une machine-outil.

<sup>5</sup> Annexe 8 : schéma bloc d'un treuil à embrayage unique (La Télémécanique Électrique). Bizot Marcel (1961). *La commande des moteurs électriques et son application aux engins de levage*. La Télémécanique Électrique. Nanterre : Sodima.

<sup>6</sup> Anonyme (1968). La commande numérique. Documentation communiquée par la Régie Nationale des Usines Renault. *L'ingénieur et le technicien*, 137, 27-36.

<sup>7</sup> Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléopneumatique aux machines-outils. Tome I*. Paris : Foucher.

Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléopneumatique aux machines-outils. Tome II. Programmation*. Paris : Foucher.

schémas. L'auteur, ingénieur, est chef de bureau d'étude au département machines-outils/automatisation des Établissements Crouzet (concurrent de La Télémécanique). La préface, signée André Campa, recommande la lecture des deux tomes. Il est fait référence aux programmes d'automatismes qui viennent d'apparaître dans les programmes des lycées techniques. L'inspecteur général de l'enseignement technique, lui-même coauteur d'un manuel sur le sujet (cf. *supra*)<sup>1</sup>, en recommande la lecture aux contremaîtres et ouvriers de l'industrie, aux professeurs techniques et aux élèves de l'enseignement technique. Le chapitre « généralités » de l'ouvrage de Pierre-Jean Fort (annexe 8-25)<sup>2</sup> débute par un schéma représentant une analogie entre la machine et l'homme (p. 14). Puis, au fil des pages, le schéma évolue pour faire apparaître les notions fondamentales d'entrée et de sortie (p. 29) ou l'importance de la rétroaction (p. 41). Les rectangles peuvent eux-mêmes être décomposés en plusieurs rectangles (p. 85) ou représenter des éléments annexes, mais néanmoins indispensables, tels que le générateur d'énergie et sa ligne de puissance (p. 105). Le tome II de cet ouvrage novateur met en avant la notion de chaîne fermée et de ligne de rétroaction à l'aide du schéma d'une machine comportant plusieurs organes de puissances (moteurs électriques ou vérin pneumatique) et pouvant fonctionner en séquences (tome II, p. 12). Le même type de schéma est utilisé dans un manuel rédigé par Duroux, ingénieur Arts et Métiers, et Robert Faucard (1967)<sup>3</sup>, ancien élève de l'ENSET (annexe 8-26)<sup>4</sup>.

Dans ce concert de nouveautés, un novateur, Jean Chabal (1968)<sup>5</sup>, va faire le point sur la schématisation dans un article publié par *Le Cours Industriel*. Pour Chabal, « *Le schéma a une fonction didactique : saisir rapidement l'ensemble de notions qu'il s'agit de connaître* ». Écrite moins de dix ans après l'étude menée par Jean Tourancheau (1951)<sup>6</sup> (Cf. § 7.2.2), l'étude de Chabal montre le chemin parcouru par la représentation graphique. Tandis que l'électronique, l'électrotechnique, la commande oléo-pneumatique ou la chimie possèdent leur propre « *schématique* », la « *schématisation en technologie des composants* » est un moyen d'expression nouveau en mécanique. Tous ces schémas présentent un point commun : « *les 'liaisons' entre éléments y assument toujours une fonction de même ordre représentée par une ligne de liaison énergétique.* »

En référence à Abraham Moles, Chabal distingue quatre types de schéma, les schémas constructif, structural, fonctionnel et les diagrammes (annexe 8-27)<sup>7</sup>. Le schéma constructif a un caractère topographique alors que le schéma structural permet de rendre compte symboliquement des solutions technologiques. Chabal précise que ce type de schéma est souvent nommé schéma fonctionnel, mais il réserve l'appellation schéma fonctionnel au schéma sans référence à la structure de l'objet. Car c'est là la grande

---

<sup>1</sup> Chappert René, Cojean Jean, Campa André (1967). *L'automatisme par les problèmes. Tome I à l'intention des débutants*. Paris : Foucher. Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Annexe 8 : analogie entre une machine automatique et l'homme. Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Duroux J., Faucard Robert (1967). *Technologie générale et de construction. Tome II, lycées techniques*. Lyon : Desvignes André.

<sup>4</sup> Annexe 8 : organisation générale d'une commande automatique par programme (1967).

<sup>5</sup> Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106.

<sup>6</sup> Tourancheau Jean (1951). Le schéma. *Technique Art Science*, 7, 33-38.

<sup>7</sup> Annexe 8 : les schémas constructifs, structural, fonctionnel selon Chabal (1968).



nouveauté de ce type de schéma : « ... c'est essentiellement un symbole relationnel entre certains éléments d'entrée et de sortie d'un organe, d'un appareil. ».

Ainsi le schéma fonctionnel apparaît comme un outil descriptif performant, et vient compléter la panoplie d'outils d'analyse technique et fonctionnelle développée par ailleurs. La schématisation en technologie de construction apporte une dimension scientifique à la mécanique industrielle.

### **8.3.2 L'analyse technique comme méthode d'apprentissage : l'apport de Fernand Canonge**

Alors que la méthode est en train de naître, que le choix du vocabulaire est hésitant, c'est finalement Fernand Canonge, sans doute séduit par le remarquable article de Baudo<sup>1</sup> (cf. § 7.3.3.), qui impose le terme d'analyse technique. La trace du cheminement intellectuel du psychopédagogue qui mène à la définition d'une méthode d'apprentissage se retrouve dans onze articles<sup>2</sup> parus entre 1957 et 1964. Cette méthode, essentiellement pensée pour des élèves de centres d'apprentissage, sera ensuite inscrite dans les programmes du baccalauréat technique et des collèges. Les questions posées et les réponses apportées par Canonge peuvent sembler aujourd'hui désuètes, mais, à l'époque où elles sont formulées, il s'agit d'une véritable nouveauté.

Selon Fernand Canonge (1959a)<sup>3</sup>, l'analyse technique n'est pas seulement une méthode d'étude scolaire, « c'est celle qui est appliquée, plus ou moins consciemment, dans les bureaux d'étude de l'industrie. ». L'analyse technique s'applique soit à la conception d'un objet, d'un ouvrage, soit à la préparation d'un travail. Mais à l'école, l'analyse technique peut débuter par une « étude fonctionnelle critique » (Canonge, 1957)<sup>4</sup>, phase pendant laquelle l'élève est invité à mener une réflexion méthodique, à se poser des questions utiles, et à répondre à ces questions par le raisonnement :

« ... est-ce que cet objet répond à sa fonction, aux conditions de simplicité, de robustesse, de maniabilité souhaitables ? Est-ce qu'il contient des erreurs ou des insuffisances dans sa conception technique ou mécanique ? Quels sont ses défauts ou ses qualités du point de vue de la facilité d'entretien ou de réglage ? A-t-il des qualités esthétiques ? Quel est son prix de revient... ? ». (p. 66).

L'analyse technique se veut, avant tout, être une méthode, et comme toute méthode celle-ci repose sur des principes que Canonge (1959a)<sup>5</sup> s'attache à décrire :

« Utiliser, en toute connaissance de cause, les déterminismes des faits techniques. Associer étroitement l'analyse et la synthèse. Conduire l'étude d'un problème comme une réflexion originale, comme la recherche de la solution la plus adaptée aux données du problème et aux conditions posées. Faire appel à l'imagination, à l'expérience, aux connaissances, au raisonnement. Passer d'un savoir confus et fragmentaire à un savoir organisé et unifié. Mettre en évidence ce

<sup>1</sup> Op. cit. cf. § 7. Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177- 180.

<sup>2</sup> Onze articles relatifs à l'observation et/ou à l'analyse technique, cf. bibliographie. Certains d'entre eux sont compilés dans un fascicule (recueil d'éditoriaux) de 32 pages réalisé par les éditions Foucher, éditeur de la revue *Le Cours Industriel*, sous le titre « Pédagogie de l'enseignement technique » sans que l'année de parution ne soit mentionnée.

<sup>3</sup> Canonge Fernand (1959a). Méthode d'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 7, 193-194.

<sup>4</sup> Canonge Fernand (1957). Pédagogie de l'observation. *Le Cours Industriel*, 3, 65-66.

<sup>5</sup> Canonge Fernand (1959a). Méthode d'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 7, 193-194.

*qu'il y a de général dans tout problème technique posé et dans toute solution envisagée. » (p. 194-195).*

Dès lors, quand il s'agit de concevoir un objet, l'analyse technique permet de dénombrer les critères d'appréciation de l'objet. Ceux-ci sont de deux types, d'une part les « *critères fonctions* » et d'autre part, les « *critères conditions* » que l'objet doit remplir pour donner satisfaction. Les critères fonctions varient avec l'objet tandis que les critères conditions correspondent aux exigences et vœux de l'utilisateur. Ils sont souvent communs à différents objets. Ce sont des considérants tels que : maniabilité, facilités d'emploi, d'entretien, de réglage, qualités esthétiques, simplicité, solidité, modicité du prix de revient, etc.

Une fois les critères d'appréciation de l'objet dénombrés, l'analyse technique permet de décomposer le problème global, trop complexe, en plusieurs problèmes partiels plus simples mais interdépendants (Canonge, 1959b)<sup>1</sup>. La méthode se décline alors en trois phases (Canonge, 1959d)<sup>2</sup>. Elle consiste à lister, dans un ordre chronologique, l'ensemble des fonctions que l'objet doit remplir, de déterminer toutes les conditions auxquelles il doit satisfaire et enfin, d'élaborer les solutions partielles qui permettent de résoudre le problème global (annexe 8-28)<sup>3</sup>. Cependant, à ce stade, la méthode qu'il qualifie de « *technique de réflexion et d'investigation* »<sup>4</sup> (Canonge, 1962)<sup>5</sup> repose sur des principes qui restent généraux. Il appelle de ses vœux la concrétisation de cette méthode qui devrait être rigoureuse :

*« ... nous voudrions bien qu'on nous donne une méthode d'étude 'des choses' et 'des travaux' applicable aux faits techniques qui fasse de l'enseignement proprement technique une discipline de l'esprit, à l'égal de la physique, des mathématiques, de l'histoire, de la géographie, qui ont chacune leur méthode.*

*Cette méthode devrait associer étroitement l'analyse et la synthèse, opérations fondamentales de l'esprit, formes de réflexion sans lesquelles il n'y a pas de progrès technique. L'Enseignement technique prouverait qu'il a le droit d'exister, s'il se montrait capable de définir cette méthode, de l'appliquer et de la transformer en outils intellectuels, solides et efficaces. » (Canonge, 1959d, p. 47)<sup>6</sup>.*

Pour atteindre cet objectif, Canonge (1959c)<sup>7</sup> propose l'observation comme méthode d'apprentissage, pour permettre de préparer l'élève à l'analyse technique. Ainsi, grâce à l'observation des parties actives d'un objet, l'élève est amené à rechercher ses fonctions puis à établir son schéma. L'élève peut également rechercher les parties cachées en

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1959b). L'analyse technique appliquée aux problèmes de fabrication. *Le Cours Industriel*, 10, 189-290.

<sup>2</sup> Canonge Fernand (1959d). Une méthode d'analyse technique ou des interdépendances. *Technique Art Science*, 3, 45-47.

<sup>3</sup> Annexe 8 : un premier schéma pour représenter l'analyse technique.

<sup>4</sup> Lors du séminaire des directeurs et professeurs d'ENNA et des inspecteurs de l'enseignement technique des disciplines techniques. Paris, novembre 1960.

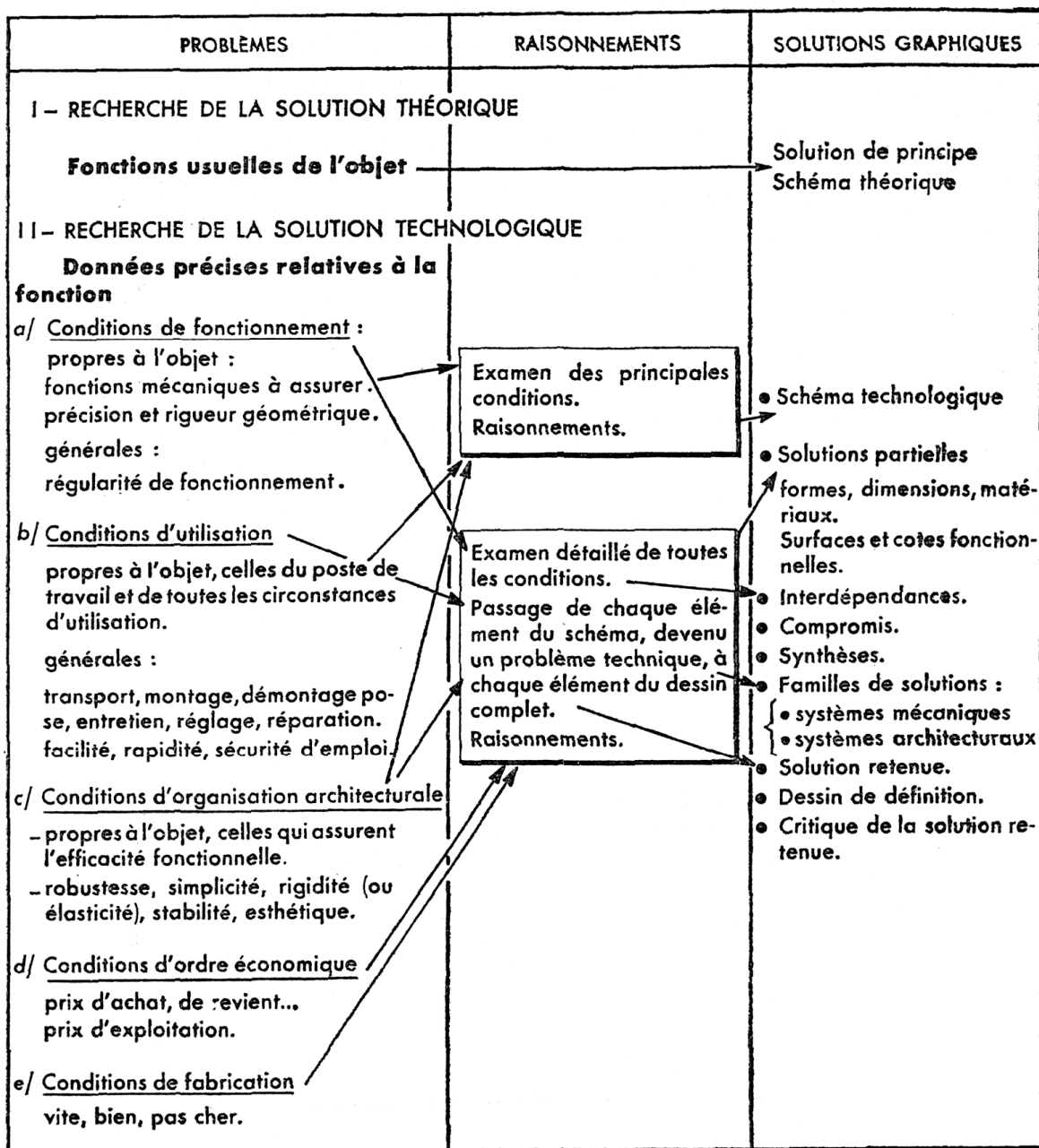
<sup>5</sup> Canonge Fernand (1962). Le progrès technique et l'évolution des méthodes de production. Séminaire des directeurs et professeurs d'ENNA et des inspecteurs de l'enseignement technique des disciplines techniques. Paris, novembre 1960. *Supplément à L'Éducation nationale. Les fiches d'informations pédagogiques et techniques*. 102, 103.

<sup>6</sup> Canonge Fernand (1959d). Une méthode d'analyse technique ou des interdépendances. *Technique Arts Science*, 3, 45-47.

<sup>7</sup> Canonge Fernand (1959c). L'observation. *Technique Arts Science*, 2, 44-45.

raisonnant à partir de ce qui est vu. L'usage de tableaux (annexe 8-29)<sup>1</sup> est alors l'occasion pour l'élève d'enregistrer et de consigner les résultats de ses différentes observations (Canonge, 1960b)<sup>2</sup>. Ce n'est que plus tardivement (Canonge, 1963a)<sup>3</sup> que la méthode se matérialise véritablement sous la forme d'un document à mi-chemin entre le tableau et le schéma (annexe 8-30, fig. 8-3).

**Tableau général d'analyse technique**



**Figure 8-3 : matérialisation de la méthode d'analyse technique**

<sup>1</sup> Annexe 8 : des tableaux d'observation pour préparer l'analyse technique.

<sup>2</sup> Canonge Fernand (1960b). L'observation dans la technique et la pédagogie (suite). *Le Cours Industriel*, 7, 209-210.

<sup>3</sup> Canonge Fernand (1963a). Aspect général de l'analyse technique. *Le cours industriel*, 6, 161-163.

Dans ce tableau, toutes les phases de la recherche de la solution théorique à la solution technologique sous forme du dessin de définition sont consignées. Mais le dimensionnement, pourtant indispensable lors de la conception de l'objet, n'apparaît pas de manière explicite. De plus si les différentes phases de la démarche de conception sont bien décrites, les outils intellectuels et pratiques pour passer concrètement de l'idée au schéma, puis au dessin, font encore défaut. L'apport de Fernand Canonge cependant est fondamental, en ce qu'il fixe les bases de l'analyse fonctionnelle, notamment en distinguant l'analyse de la synthèse. Selon Fernand Canonge (1964a)<sup>1</sup>, les formes, les positions, les dimensions, les matières des organes (ou éléments) d'un objet forme un tout harmonieux et logique. Sans doute a-t-il connaissance du livre de Gilbert Simondon (1958, p. 22)<sup>2</sup> dans lequel celui-ci définit parfaitement le génie qu'il faut déployer pour concevoir un objet technique : « *Le problème technique est plutôt celui de la convergence des fonctions dans une unité structurale que celui d'une recherche de compromis entre des exigences en conflit* ».

Pour Canonge, il existe deux façons d'envisager l'étude des rapports de dépendance ou d'interdépendance entre les éléments qui composent un objet. Soit le fonctionnement et la structure d'ensemble de l'objet dépendent de sa fonction usuelle, de sa raison d'être. Soit les rapports de dépendance et d'interdépendance sont commandés par les nécessités ou les conditions de fonctionnement des systèmes mécaniques d'une part, et par les nécessités ou les conditions d'organisation architecturale dans toutes leurs parties fixes et mobiles, d'autre part. Pour résumer la pensée de Canonge, selon le point de vue adopté, il s'agit soit d'une observation fonctionnelle, soit d'une analyse technique :

- l'observation fonctionnelle prend pour point de départ la position des organes, leurs formes, leur dimension, leur matière, etc. afin de définir leur rôle et d'en déduire la fonction usuelle de l'objet et de ses conditions d'utilisation. Le déroulement du raisonnement est orienté de la construction et du fonctionnement de l'objet vers sa fonction ;
- l'analyse technique prend pour point de départ la fonction usuelle de l'objet et ses conditions d'utilisation pour déterminer le rôle des organes, leurs formes, leur dimension, leur matière, etc. Le déroulement du raisonnement s'organise de la fonction de l'objet vers son fonctionnement et sa construction.

Pour mener à bien l'analyse technique, Canonge préconise d'utiliser différentes méthodes de recherche qu'il qualifie d'excellents moyens pédagogiques. Il s'agit de l'observation dirigée (fonctionnelle, comparative ou critique), d'essais et de manipulations d'utilisation, de manipulations de montage et de démontage, d'expérimentation, d'imagination et d'invention et enfin de la recherche de schéma. Chacune de ces activités de recherche correspondant à une facette de ce qu'il a appelé l'analyse technique.

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1964a). L'enseignement de la technologie, raisonnement et activités de recherche. *Le Cours Industriel*, 4, 97-99.

<sup>2</sup> Simondon Gilbert (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier. Voir aussi : <http://www.youtube.com/watch?v=7FjNb-fuRyK>

C'est ainsi que la « méthode de la redécouverte »<sup>1</sup> de Charles Brunhold<sup>2</sup> (1948)<sup>3</sup>, qui valorise l'histoire des sciences comme méthode d'acquisition de connaissances, vient s'adapter à l'enseignement technique au milieu des années 1960. La méthode, utilisée pour faire apprendre les sciences par la redécouverte du cheminement suivi par le savant pour parvenir à une découverte scientifique, est transposée dans le technique. Elle conduit à faire retrouver à l'élève le cheminement suivi par le concepteur d'un objet pour adopter telle ou telle solution technique. Malgré ses limites, liées à l'illusion que la conception d'un objet est le fruit d'une réflexion composée d'étapes immuables, cette méthode apparaît comme un outil supplémentaire pour mener une analyse technique.

Mais l'œuvre de Fernand Canonge n'est pas achevée et de nombreux autres professeurs et ingénieurs vont marcher sur ses pas. À la suite de ses travaux, la méthode d'analyse technique se normalise et se diffuse sous l'influence des professeurs d'ENNA, notamment Jean Pillard (1963, 1967a, b, c)<sup>4</sup> (annexe 8-31)<sup>5</sup>. Jean Guillon (1965)<sup>6</sup>, professeur de construction au lycée technique de La Rochelle, en convoque les principaux éléments à l'occasion d'une journée pédagogique tenue en novembre 1962. L'analyse technique d'un problème appliqué à l'invention d'un objet débute par les questions « *quel est le but à atteindre, le besoin à satisfaire, la fonction à assurer ?* », elle se poursuit par « *l'analyse des conditions à remplir* » et se termine par « *la synthèse* », c'est-à-dire l'application de « *la méthode d'interdépendance* » permettant d'arriver à la solution la plus adaptée au problème posé.

René Ducel (1966)<sup>7</sup>, professeur à l'ENNEP<sup>8</sup> de Paris propose, en introduction d'un long article qui développe la notion nouvelle de circuit mécanique, une représentation graphique de la méthode d'interdépendance. La présentation « *sous la forme pyramidale* » (arbre au sens de Jacques Bertin, 1967, p 276)<sup>9</sup> de l'analyse technique permet de résumer la méthode de décomposition d'un objet ou produit technique (annexe 8-32)<sup>10</sup>. La méthode étant au point, il reste à harmoniser le vocabulaire.

---

<sup>1</sup> Voir : Gohau Gabriel (1987). Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences. *Aster*, 5, 49-70.

Hulin Nicole (1984). L'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique. *Revue française de pédagogie*, 66, 1, 15-27. (p. 16).

<sup>2</sup> Inspecteur général de l'instruction publique puis directeur de l'enseignement du second degré.

<sup>3</sup> Brunhold Charles (1948). *Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement des sciences*. Paris : Masson.

<sup>4</sup> Pillard Jean (1963). La préparation des leçons de technologie (suite). *Le Cours Industriel*. 8, 239-244.

Pillard Jean (1967a). Analyse technique de l'ablocage. *Le Cours Industriel*. 4, 107-111.

Pillard Jean (1967b). Analyse technique de l'ablocage (suite). *Le Cours Industriel*. 5, 133-136.

Pillard Jean (1967c). Analyse technique de l'ablocage (suite). *Le Cours Industriel*. 6, 165-168.

<sup>5</sup> Annexe 8 : une forme de standardisation de l'analyse technique.

<sup>6</sup> Guillon Jean (1965). L'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 117, 11-14.

<sup>7</sup> Ducel René (1966). Notion de circuit mécanique. *Le Cours Industriel*. 3, 82-90.

<sup>8</sup> Hervé Terral (2002), rappelle que l'ENNEP (Écoles normales nationales de l'enseignement professionnel) est le titre initial utilisé pour désigner les ENNA. Il précise que l'utilisation de cet acronyme est revendiquée par des professeurs d'ENNA car il ne contient pas le mot « apprentissage ». Terral Hervé (2002). Les Écoles normales nationales d'apprentissage (1945-1991). Une institution-clé dans la formation des maîtres. *Recherche et formation*, 40, 141-157.

<sup>9</sup> Bertin Jacques (1967). *Sémiologie graphique*. Paris : Gauthier-Villars. Paris-La Haye : Mouton & Cie. Paris : École pratique des Hautes Études. Avec le concours du CNRS.

<sup>10</sup> Annexe 8 : interdépendance ou décomposition de la fonction d'un objet ou produit technique en conditions élémentaires.

Ces évolutions s'inscrivent dans le long processus de construction d'une nouvelle discipline scolaire.

### 8.3.3 Un vocabulaire nouveau, l'apport de la cybernétique et des mathématiques modernes

La décennie 1960 est une période bouillonnante en matière de réflexion et de production pédagogiques, à tel point que la profusion de termes désignant des notions identiques finit par brouiller le message.

Le vocabulaire utilisé du début de l'analyse technique est hésitant, il se cherche. C'est normal car, au même titre que la désignation des schémas se construit progressivement, les notions et les concepts développés pour l'analyse et la conception de machines s'érigent petit à petit. Les manuels et les articles parus dans les revues pédagogiques en témoignent. Les propositions nouvelles, mais aussi les échanges, les reprises, les corrections, les améliorations que chaque auteur apporte contribuent à élaborer un nouveau champ de connaissances. Henri Giriat (1963b)<sup>1</sup> par exemple fait référence, dans une série d'articles traitant de la nature de la pensée technique, à la notion de « *convergence des fonctions* » développée magistralement par Gilbert Simondon (1958)<sup>2</sup>. Il précise : « *Les fonctions techniques n'ont elles-mêmes de significations que pour servir à des fonctions d'usage, c'est-à-dire en définitive, à des fonctions humaines* » (1963d). C'est ainsi qu'entre 1949 et 1973, sont recensés pas moins de vingt-sept qualificatifs accolés au mot fonction, cités par treize auteurs ou groupes d'auteurs (annexe 8-33)<sup>3</sup>. À propos des organes, il est fait mention de fonctions principale, élémentaire, secondaire, parasite, essentielle, etc. auxquelles s'ajoutent les fonctions mécanique, technique, organique, physique. De la même façon en référence aux machines ou aux objets, les auteurs utilisent indistinctement les termes de fonction d'usage, fonction globale, à remplir, à satisfaire ou conditions à remplir, fonction usuelle, besoin à satisfaire, but à atteindre.

La cybernétique apporte de nouveaux concepts à cette avalanche de termes, qui sont repris et adaptés à l'analyse technique. Cette source d'inspiration va permettre une certaine harmonisation du vocabulaire. Le *Que sais-je ?* de Louis Couffignal (1963)<sup>4</sup> est à cet égard une référence utilisée par de nombreux professeurs d'ENNA<sup>5</sup>. En effet la cybernétique est la « *science qui étudie les mécanismes de communication et de contrôle chez les êtres vivants et dans les machines [...] la partie de la logique du mécanisme finalisé qui concerne le guidage de ce mécanisme* ». Couffignal définit un grand nombre de notions liées à la finalité d'un mécanisme (p. 27-28). Il cite par exemple : « ... *matière d'œuvre : la partie de l'environnement sur laquelle un mécanisme finalisé est destiné à agir ; effecteur, l'organe qui agit sur la matière d'œuvre ; organe d'entrée d'un mécanisme finalisé, l'organe qui reçoit les données* » etc. Les concepts de milieu et d'environnement notamment seront repris et intégrés dans l'analyse technique.

<sup>1</sup> Giriat Henri (1963a). Nature de la pensée technique. *Le Cours Industriel*, 8, 225-226.

Giriat Henri (1963b). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 9, 257-261.

Giriat Henri (1963c). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 2, 33-35.

Giriat Henri (1963d). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 3, 65-68.

<sup>2</sup> Simondon Gilbert (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier.

<sup>3</sup> Ordre chronologique d'apparition des qualificatifs du mot « fonction ».

<sup>4</sup> Couffignal Louis (1963). *La cybernétique*. 1<sup>re</sup> réédition 1966. Paris : PUF.

<sup>5</sup> Ces informations ont été recueillies lors d'entretiens avec deux inspecteurs généraux à la retraite.

Les mathématiques modernes<sup>1</sup>, enseignées en faculté depuis 1958, constituent également un apport important pour l'enseignement technique. La théorie des ensembles et la logique qui l'accompagne, ou encore le recours à l'analyse combinatoire trouvent leur place dans l'enseignement de la technologie et des automatismes. Les mathématiques modernes peuvent aussi entrer à l'atelier. C'est ainsi, par exemple, que l'inspecteur de l'enseignement technique M. J. Humbertsot (1969)<sup>2</sup> propose un d'exercice d'ajustage pour « *permettre une liaison ateliers - enseignement des mathématiques* ». Partant de relevé de mesures, les élèves sont amenés à établir des tableaux de combinaisons et ainsi à découvrir l'analyse combinatoire. Les mathématiques modernes apparaissent ainsi à la fois comme un outil utile et un moyen pour l'enseignement technique de revendiquer une reconnaissance d'enseignement de culture.

Ainsi, les nouveaux concepts introduits dans l'analyse technique participent à l'évolution de la technologie de construction. Lucien Géminard notamment élabore une ébauche d'algèbre des fonctions techniques et contribue à développer une méthode de conception rationnelle.

#### **8.3.4 De l'étude de constatation à l'étude de conception, l'apport de Lucien Géminard**

Les développements donnés à l'analyse technique par Fernand Canonge ont pour principale finalité l'analyse d'un objet existant. La méthode s'adresse aux élèves des écoles de niveau élémentaire de l'enseignement technique. Elle n'est pas un véritable outil de conception, mais davantage une méthode d'analyse fonctionnelle. Ainsi, en référence à l'analyse technique, Yves Deforge (1966)<sup>3</sup> pose la question « *Peut-on apprendre à inventer ?* ». Il lui préfère la « *synectique* », méthode d'idéation collective qui utilise le « *brainstorming* ». En effet, selon Deforge, malgré ses qualités, l'analyse technique ne prépare pas bien les élèves à faire face aux situations nouvelles, à poser et à résoudre des problèmes nouveaux. D'après lui, l'analyse technique est une bonne méthode d'exposition et de sériation des problèmes, qui a l'avantage de mettre en relief les phases logiques de la recherche. Elle permet, quand les solutions sont énoncées, de préparer la synthèse technologique en mettant en évidence les interdépendances entre les solutions partielles, sans toutefois faire avancer la découverte de solutions.

C'est alors au niveau supérieur de l'enseignement technique, pour la formation des ingénieurs et des professeurs de l'enseignement technique, que s'élabore une méthode de conception. En 1966<sup>4</sup> Lucien Géminard, associé à F. Gros La Faige, chef de travaux à l'ENSAM, décide de coucher noir sur blanc les « *méthodes de raisonnement de l'ingénieur de bureau d'étude au stade du projet* ». L'ouvrage en deux tomes est entièrement consacré à la construction mécanique, c'est-à-dire au choix des matériaux, des formes, des procédés d'élaboration des différents organes mécaniques et des liaisons pouvant exister entre eux. Il regroupe les connaissances scientifiques et

---

<sup>1</sup> Renaud d'Enfert, Hélène Gispert (2008). *Une réforme à l'épreuve des réalités : le cas des « mathématiques modernes » au tournant des années 1970*. Colloque : L'État et l'éducation, 1808-2008, Paris, 11-13 mars 2008. [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/53/63/28/PDF/Reforme\\_Math\\_1970.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/53/63/28/PDF/Reforme_Math_1970.pdf)

<sup>2</sup> Humbertsot M.-J. (1969). Exercice d'ajustage. Première partie. *L'ingénieur de l'enseignement technique*, 143, 25-31.

<sup>3</sup> Deforge Yves (1966). Peut-on apprendre à inventer ? *Le Cours Industriel*. 9, 257-260.

<sup>4</sup> Géminard Lucien, Gros La Faige F. (1966). *Construction mécanique. Éléments des projets. Tome I et II*. Paris : Dunod.

techniques indispensables à l'ingénieur et vise davantage à une « *formation d'esprit* » que l'encyclopédisme. Les méthodes développées dans l'ouvrage reposent sur l'étude de cas. Elles ont pour principal objectif le dimensionnement des organes. Cependant lors de l'étude de conception d'un objet, le dimensionnement ne peut s'effectuer qu'après le choix de formes, de matériaux, etc., ce qui justifie le chapitre consacré à « *la formation générale en technologie* ». Ce chapitre, écrit par Géminard, développe les notions de fonctions techniques et d'êtres techniques (ou pièces). La création d'un objet utile à l'homme repose alors sur l'analyse et la synthèse techniques. Ainsi, à partir de la fonction « usage » de l'objet à concevoir, le travail de recherche doit amener à définir les fonctions techniques élémentaires. L'étude comporte trois phases : 1) recherche des facteurs de fonctionnement<sup>1</sup> ; 2) recherche des facteurs de réalisation<sup>2</sup> ; 3) hiérarchisation des facteurs dans les deux ensembles précédents.

La conception repose ensuite sur « *une logique d'agencement des fonctions* ». La hiérarchisation des facteurs est établie à l'aide de tableaux de classement (annexe 8-34)<sup>3</sup>. Puis les solutions optimales pour chaque facteur (annexe 8-35)<sup>4</sup> sont déterminées suivant une « *forme linéaire de la logique d'agencement* » (annexe 8-36)<sup>5</sup>, c'est-à-dire que l'étude et les choix concernant chaque facteur sont réalisés isolément. En cas d'équivalence hiérarchique entre deux facteurs, une « *forme cyclique de la logique d'agencement* » (annexe 8-37)<sup>6</sup> permet de remettre en cause les décisions prises et de redéfinir de nouvelles conditions optimales.

Deux années après la parution de l'ouvrage, Lucien Géminard présente une version affinée de sa méthode de « la technologie » dans un article de la revue *Techniques industrielles*<sup>7</sup>. La méthode de conception est structurée selon un plan en cinq points. Il s'agit d'abord de définir les données et les conditions externes en fonction de l'usage de l'appareil. La recherche d'idées de solutions mène alors à un tableau d'agencement logique, ou matrice de découverte, qui permet d'établir d'une part un graphe fonctionnel et d'autre part un schéma technologique. La dernière étape, ou avant-projet, consiste à définir l'ensemble des caractéristiques de l'objet, des formes, des matériaux, des dessins, etc. Géminard introduit à l'occasion de cet article deux notions, celle d'énergie associée au circuit de puissance, et celle d'ordre associée au circuit de commande. La nouveauté réside alors dans le point de vue fonctionnel, davantage explicité : « ... *d'un point de vue fonctionnel, l'appareil est une application (fonction ou opérateur) qui, appliquée à un élément E, prend sa valeur dans l'ensemble F.* ». E est l'ensemble des signaux (ou ordres) et des sources d'énergie provenant ou déclenchés par l'utilisateur. F est l'ensemble des actions désirées que l'appareil peut exercer sur une partie définie du milieu extérieur. Ce point de vue se présente sous forme d'un graphe fonctionnel général (fig. 8.4 *infra*, annexe 8-38)<sup>8</sup>. Ce graphe fonctionnel général est applicable à n'importe quel appareil à concevoir.

---

<sup>1</sup> Efficacité, commodité d'utilisation, fréquence d'utilisation, etc.

<sup>2</sup> Matériaux, dimensions, prix de revient, etc.

<sup>3</sup> Annexe 8 : tableaux de classement des facteurs de réalisation et de fonctionnement.

<sup>4</sup> Annexe 8 : détermination des solutions optimales pour chaque facteur.

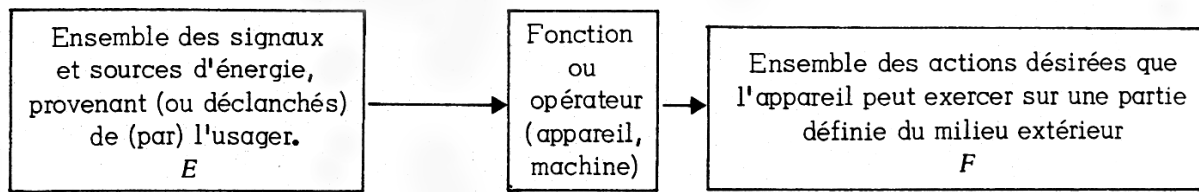
<sup>5</sup> Annexe 8 : forme linéaire de la logique d'agencement.

<sup>6</sup> Annexe 8 : forme cyclique de la logique d'agencement.

<sup>7</sup> Géminard Lucien (1968). Technologie, analyse technique, logique d'agencement. *Techniques industrielles*, 4, 15-39.

<sup>8</sup> Annexe 8 : graphe fonctionnel.





**Figure 8-4 : représentation fonctionnelle d'un appareil selon Lucien Géminard (1968)**

La méthode de conception proposée par Géminard diffère de l'analyse technique mise au point par les professeurs d'ENNA. Une synthèse est indispensable pour une utilisation rationnelle de la méthode.

### 8.3.5 Une synthèse des méthodes d'analyse et des outils descriptifs

Les méthodes de constatation et de conception développées pour l'école trouvent leur origine en 1946 dans les programmes de construction mécanique des collèges techniques. À l'époque, les notions d'analyse et de synthèse techniques ne sont pas encore inventées. Il n'est question, dans les programmes, que de « *description fonctionnelle* » et de « *description organique* » dans le but « *de faire connaître [aux élèves] l'esprit et la méthode des constructions [...], de dégager les principes de la construction et du fonctionnement des organes...* » (cf. § 6.3.3.). Les outils pédagogiques nécessaires pour atteindre cet objectif n'existent pas. Ceux-ci sont mis au point sous l'influence des professeurs d'ENNA issus, pour la plupart, de l'ENSET, et d'ingénieurs, principalement des Arts et Métiers. Les méthodes, le vocabulaire et les outils développés vont alors bien au-delà de ces prescriptions initiales même s'ils constituent encore un ensemble de connaissances éparses.

À la fin des années 1970, différents articles et un ouvrage font la synthèse de ces innovations. L'organigramme se révèle alors être un instrument particulièrement bien adapté à ce genre d'exercice. Ainsi deux articles de Postic et Tilagone (1968a, 1968b)<sup>1</sup> traitant de l'étude d'observation et de conception initient ce procédé. Ils<sup>2</sup> sont l'occasion de montrer les différentes phases de la conception d'un objet ou d'un ensemble technique (annexe 8-39)<sup>3</sup>. Là encore, la volonté de produire une synthèse provoque de la nouveauté. En effet, l'usage d'un verbe d'action à l'infinitif pour représenter une fonction y apparaît pour la première fois (8.5 *infra*, annexe 8-40, fig.)<sup>4</sup>. Cette règle deviendra une norme dans les années 1980. Les auteurs popularisent également la méthode du graphe matriciel développée par Lucien Géminard et destinée à mener une comparaison analytique dans le but de choisir une solution optimale.

<sup>1</sup> Marcel Postic, Tilagone G. (1968a). L'étude d'observation. Analyse et synthèse technologiques d'une pompe volumétrique pour étiau-limeur. *Le Cours Industriel*. 9, 261- 264.

Marcel Postic, Tilagone G. (1968b). L'étude de conception. *Le Cours Industriel*. 1, 7-10.

<sup>2</sup> Ces deux articles seront publiés en 1971 dans une petite publication. Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Annexe 8 : utilisation d'un organigramme comme méthode de description d'une méthode.

<sup>4</sup> Annexe 8 : usage d'un verbe d'action à l'infinitif pour représenter une fonction.

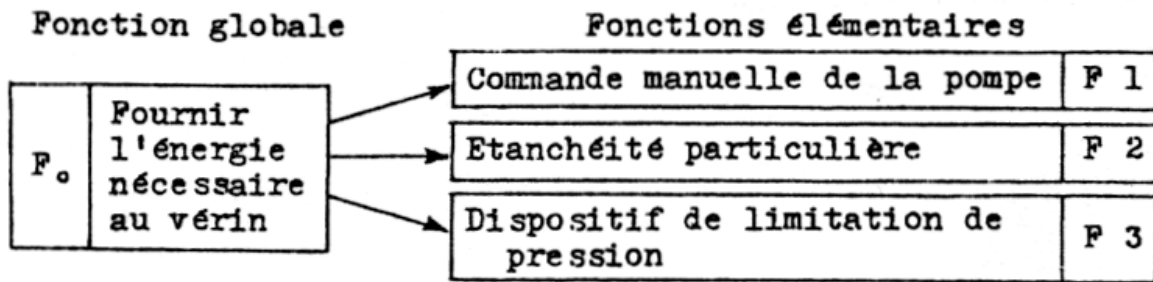


Figure 8-5 : utilisation d'un verbe à l'infinitif (Postic et Tilagone, 1968a)

L'étude de l'évolution des méthodes d'analyse de constatation ou de conception des objets techniques présente un double intérêt. En effet, au fur et à mesure que se développent et évoluent ces méthodes, les outils pour les présenter, les expliquer et les justifier évoluent aussi, à tel point qu'ils finissent par se confondre avec la méthode. Ainsi est-il possible d'étudier l'évolution des méthodes d'analyse en elles-mêmes mais aussi au travers les outils descriptifs développés pour expliquer ces méthodes. Jean Ribérol (1968)<sup>1</sup>, professeur à l'ENNA de Paris et ancien de l'ENSET, résume parfaitement la méthode de conception d'un objet à l'aide d'une série d'organigrammes (annexe 8-41)<sup>2</sup>. Ce genre de représentation graphique permet d'embrasser une méthode maintenant au point. L'objectif est fixé, il s'agit d'étudier un objet technique dont la fonction globale est assurée par des sous-ensembles (fig. 1, voir le détail des figures dans l'annexe 8-41), eux-mêmes objets techniques, dotés de leurs fonctions propres (fig. 2 et 3) et constituant autant de niveaux d'analyse. Le problème général est posé à l'aide d'un schéma sous forme de « boîte noire »<sup>3</sup> (fig. 5) qui traduit la relation entre le besoin exprimé, la fonction de l'objet et son environnement (fig. 4). L'étude est conduite par approfondissement successif (fig. 6) dans un but soit de constatation (étude d'un objet existant), soit de conception d'un nouvel objet (fig. 7). Un tableau permet de répertorier les différentes fonctions à satisfaire. Elles sont associées aux différentes parties de l'objet et aux conditions que chacune doit remplir (fig. 8). L'objet peut alors être représenté sous forme d'un arbre dont les ramifications développent les détails de l'objet (fig. 9). Chaque détail, représentant un problème technique particulier à résoudre, est lui-même décomposé sous forme d'un arbre (fig. 10) ou d'une matrice (fig. 11). Chaque problème technique particulier trouve une réponse à l'aide des outils spécifiques du mécanicien, tel le dessin, un schéma, un croquis, etc. (fig. 12).

Enfin, René Ducl et Fernand Canonge (1969)<sup>4</sup> unissent leurs efforts pour faire une synthèse exhaustive (212 pages) de vingt années de travaux de recherche et de mise au point de méthodes pédagogiques menées principalement dans les ENNA. La note critique rédigée par Adrien Hosotte (1969)<sup>5</sup> présente l'ouvrage comme :

<sup>1</sup> Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31.

<sup>2</sup> Annexe 8 : présentation de la méthode d'étude de constatation ou de conception d'un objet à l'aide d'organigrammes.

<sup>3</sup> Voici l'apparition d'un terme nouveau, appelé à un grand avenir.

<sup>4</sup> Canonge Fernand, Ducl René (1969). *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris : PUF.

<sup>5</sup> Hosotte Adrien (1969). Note critique. Canonge (Fernand), Ducl (René) – *La pédagogie devant le progrès technique*. – Paris, Presse Universitaire de France, 1969. – 18 cm, 212 p. tabl., grap. *Revue française de pédagogie*, 9, 1, 29-31.

« Une réflexion approfondie sur la pédagogie, la technique et la culture technique que l'enseignement technique s'efforce de promouvoir depuis de nombreuses années dans les lycées techniques et les collèges d'enseignement techniques. » (p. 29).

L'ouvrage reprend et précise les méthodes d'observation et d'expérimentation, d'analyse et de synthèse techniques. Il développe la théorie des circuits mécaniques initiée par Ducel pour la recherche de solutions techniques. Les concepts d'objet technique, de fonctions globale, principale ou technique sont une nouvelle fois redéfinis. Une analyse des milieux associés à l'objet technique est proposée (annexe 8-42)<sup>1</sup>. Cet ensemble de nouveautés pédagogiques, dont la diffusion est assurée par les revues pédagogiques et les manuels scolaires, trouve des prolongements immédiats dans les classes en étant imposé par les programmes scolaires et repris dans les sujets d'examen.

#### **8.4 Les répercussions de l'évolution des méthodes et des structures sur le baccalauréat technique**

Après la disparition des ENP et des collèges techniques, remplacés par les lycées techniques, le programme des matières techniques du baccalauréat technique est réécrit, en 1962<sup>2</sup>, pour être actualisé en 1966<sup>3</sup>. Il devient le « *Programme des disciplines industrielles des classes de la section T des lycées* » avec des évolutions notables. Au moment de la parution de ces nouveaux programmes, il s'agit encore du baccalauréat T qui ne devient le baccalauréat E qu'en novembre 1967<sup>4</sup>. En effet il y a rarement concordance entre les changements de structure pédagogique et de structure administrative. Les contenus d'enseignement restent présentés sous forme de listes énumératives et les changements apparaissent sous forme d'annexes modificatives. Les horaires des matières techniques industrielles sont fortement réduits en classe de seconde<sup>5</sup> (annexe 8-43)<sup>6</sup>. Cette classe T devient commune avec celles qui préparent aux baccalauréats de technicien (cf. *supra*). Les épreuves écrites d'examen sont redéfinies<sup>7</sup>, tandis que deux options « *fabrications mécaniques* » et « *fabrications électromécaniques* » sont créées. L'incorporation dans les programmes des nouvelles méthodes d'analyse au collège<sup>8</sup> et au lycée annonce des évolutions sur le long terme.

---

<sup>1</sup> Annexe 8 : détail des milieux associés.

<sup>2</sup> Arrêté du 15 février 1962. BO n° 6 du 26 février 1962, p. 709. Fixation des programmes de technique graphique, technologie, et de technique pratique dans les classes de 2<sup>nd</sup>e technique et mathématiques, dans les classes préparant au baccalauréat 1<sup>er</sup>e partie, série technique A, et au baccalauréat 2<sup>e</sup>e partie, série mathématiques et technique.

<sup>3</sup> Arrêté du 25 août 1966. BO n° 34 du 15 septembre 1966, p. 2036. Programmes des disciplines industrielles des classes de la section T des lycées.

<sup>4</sup> Décret n° 67-994 du 13 novembre 1967. BO n° 44 du 23 novembre 1967, p. 2817. Réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

<sup>5</sup> Circulaire n° 65-318 du 20 août 1965. BO n° 30 du 26 août 1965, p. 1735. Horaires et programmes du second cycle applicable en 1965 et 1966.

<sup>6</sup> Annexe 8 : horaires des classes de mathématiques et techniques 1962 et 1966.

<sup>7</sup> Circulaire n° IV-67-502 du 7 décembre 1967. BO n° 47 du 14 décembre 1967, p. 3077. Baccalauréat de l'enseignement du second degré – Épreuves écrites et épreuve pratique de la série E.

<sup>8</sup> Voir par exemple l'article de René Ducel qui présente l'analyse technique d'un porte-mine, « *Fonctions à assurer [...] Conditions à remplir [...] Solutions* », pour des élèves de 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup>. Ducel René (1963).

### 8.4.1 La primauté de la mécanique industrielle

Le développement de la formation des techniciens provoque un recentrage du baccalauréat technique sur la fabrication mécanique, industrie en plein développement. La réduction de quatre<sup>1</sup> à deux options « fabrications mécaniques » et « fabrications électromécaniques » oblige à réécrire les programmes. Une partie du programme est commune aux deux options. Elle prévoit des manipulations de métrologie, de démontage, de montage et de réglage d'organes mécaniques ainsi que le réglage et l'utilisation des machines-outils courantes. Un programme complémentaire est établi pour chaque spécialité. Les élèves en fabrications mécaniques ont à établir des gammes de fabrication et à exécuter des opérations de fraisage sur des machines à commandes automatiques. Ceux de fabrications électromécaniques sont amenés à réaliser le câblage d'une installation de lumière ou de commande de moteurs électriques à partir d'un schéma dont une partie pourra être imaginée par le candidat. La recherche de pannes et des mesures électriques sont également au programme.

L'épreuve de technique pratique de l'examen évolue pour tenir compte des deux options. Une circulaire<sup>2</sup> fixe la nature, la durée et le contenu de cette épreuve. Deux manipulations d'une durée totale de cinq heures<sup>3</sup> remplacent l'ancienne épreuve de travaux d'usinage. La première, d'une durée de trois heures, est semblable pour les deux options. Elle consiste en des exercices d'usinage. Différentes machines peuvent être utilisées, telles une fraiseuse, un tour, un étau-limeur, une machine à rectifier plane ou une machine à percer pour des opérations de perçage, d'alésage et de taraudage. Cette partie commune confirme la primauté de la mécanique, qui s'affirme comme le socle de la formation. En effet, avec la disparition de la menuiserie en classe de seconde, les références se limitent aux industries mécaniques et, dans une moindre mesure, électriques. La deuxième manipulation d'une durée de deux heures est conforme à la partie du programme commune aux deux options et des travaux d'ordre électrique pour les candidats de l'option fabrication électromécanique. Un travail écrit très court est exigé du candidat sous forme d'une analyse du travail à réaliser ou d'un compte rendu ou du travail effectué. La circulaire précise également la manière dont les candidats sont notés. Les examinateurs questionnent les candidats avant ou après la manipulation et tiennent compte à la fois de la qualité des résultats et de la méthode de travail.

### 8.4.2 L'influence des réductions horaires

La réduction des horaires impose une meilleure organisation pratique et pédagogique. Il faut gagner du temps, notamment lors des travaux pratiques de fabrication mécanique. Des objectifs de formations sont alors formulés :

---

L'enseignement de la technologie dans les classes de 4<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup>. *L'ingénieur de l'enseignement technique*, 107, 9-14.

<sup>1</sup> Machine outils, métaux en feuilles, fonderie et menuiserie.

<sup>2</sup> Circulaire du 18 février 1963. BO n° 9 du 28 février 1963, p. 459. Organisation de l'épreuve de technique pratique pour la session du baccalauréat de 1963.

<sup>3</sup> Cet horaire est ramené à 4 heures en 1966. Circulaire n° 66-132 du 30 mars 1966. BO n° 14 du 7 avril 1966, p. 752. Baccalauréat. Épreuve de technique pratique de la série mathématiques et technique. Arrêté du 16 mars 1966.

« [Les élèves] devront parfaitement connaître les techniques de l'ouvrier – sans en avoir la dextérité manuelle de celui-ci – être capable de comprendre les conclusions des études de l'ingénieur pour les traduire en réalisations pratiques ».

Pour la première fois les programmes proposent une organisation des enseignements. Ainsi pour la classe de seconde, « l'horaire très réduit », ramené de dix-huit à douze heures<sup>1</sup>, doit-il conduire à organiser les emplois du temps de manière à ce que les deux séances d'atelier de trois heures soient consécutives (après-midi et matinée suivante ou inversement). Les séances d'usinage, requalifiées en travaux expérimentaux, doivent désormais être organisées sous forme de « stages ». Il s'agit de séances avec une rotation des élèves sur les différents postes de machines-outils (tournage, fraisage, perçage, rabotage) et de montage/démontage.

Les nouveaux programmes de première et terminale sont marqués par la prise en compte des évolutions industrielles, notamment la parcellisation des tâches. Il est prévu :

« ... la substitution d'exercice conduisant à la réalisation d'une pièce par l'exécution d'une opération ou d'un groupe d'opération [...] exercices de synthèses constitués par des réalisations à caractère industriel, préparation du travail des machines avec opérateur et des machines automatisées ».

En plus de l'usinage sur machines automatisées, les nouveaux programmes prévoient l'étude des principes d'usinage par électroérosion, par ultrasons et par électrolyse. L'enseignement du dessin et de la technologie subit également les évolutions industrielles.

### **8.4.3 Le dessin technique prend le nom de technique graphique**

La technologie de construction et le dessin technique restent le noyau dur de l'enseignement du baccalauréat technique. Le dessin technique est remplacé par la technique graphique, mais les changements de fond sont plus importants que les changements de dénomination. L'usage de documents de l'Association française de la normalisation (AFNOR) est officiellement recommandé tandis que les termes de « géométrie descriptive » disparaissent. La cotation fonctionnelle, les notions de tolérance appliquées à des chaînes de cotes (simples et sans interdépendance) font leur apparition, ainsi que le dimensionnement des cotes, le choix des valeurs nominales et des écarts. Des instructions<sup>2</sup> séparées, identiques à celles portant sur les brevets de techniciens, paraissent en même temps que les programmes et procèdent à des rappels : « *Un dessin technique n'est pas seulement la représentation de formes, c'est avant tout la traduction graphique de l'organisation fonctionnelle et architecturale d'un ensemble mécanique ou d'une pièce de cet ensemble.* »

Les programmes de technologie sont plus détaillés. Des essais de résistance des matériaux et de liaisons s'ajoutent aux activités de montage – démontage lors des travaux pratiques de technologie. L'étude de la transmission de puissance fait également son apparition au programme. Mais un rappel figure dans les instructions : « *Le professeur de construction doit enseigner aux élèves d'une même section le dessin*

<sup>1</sup> Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1956. Horaires des classes de secondes et de la classe terminale A du second cycle long.

<sup>2</sup> Instructions du 25 août 1966. BO n° 34 du 15 septembre 1966, p. 2051. Programmes de construction des classes de la section T des lycées.

*technique, la technologie de construction, les manipulations de technologie de construction et les exercices de mécanique. ».*

À ce moment, le baccalauréat technique a provisoirement ignoré les automatismes, oubliés des nouveaux programmes jusqu'en 1972. Il est donc un domaine où, officiellement<sup>1</sup>, il est en retard sur les baccalauréats de techniciens. Mais le baccalauréat technique se distingue par la mise en place de méthodes et de contenus nouveaux.

#### **8.4.4 L'empreinte des nouvelles méthodes d'analyse technique et fonctionnelle sur l'enseignement**

Le baccalauréat technique est rapidement marqué par les innovations pédagogiques développées durant les années 1960 (cf. *supra*). Les programmes intègrent les concepts développés pour l'étude des machines. En classe de seconde<sup>2</sup>, le dessin industriel est l'occasion de retrouver les fonctions techniques élémentaires étudiées en technologie. Les élèves recherchent « *les fonctions satisfaites, compte tenu de la fonction globale de l'ensemble.* »<sup>3</sup>. En première et terminale, le cours de dessin est mené sous forme de petits projets de conception de mécanismes. Les exercices et la résolution du problème posé s'appuient alors sur la « *méthode d'analyse technique* », tandis que l'usage de « *graphes fonctionnels* » et de « *schémas fonctionnels* » débouche sur l'étude des familles de solutions relatives au problème posé.

L'analyse technique apparaît également au niveau du collège, du moins dans les textes officiels. Dès 1962, une circulaire<sup>4</sup> de Jean Capelle est adressée aux professeurs chargés, à titre expérimental, de l'enseignement de la technologie dans les classes de quatrième moderne des lycées techniques et des groupes expérimentaux dans certains lycées et collèges modernes. Elle définit la technologie comme « *une discipline de réflexion expérimentale, à partir des objets concrets fabriqués par l'homme.* ». Les méthodes d'enseignement, « *analyse technique* » et « *dessin technique* », ont pour but de permettre la compréhension de la plupart des mécanismes. « *L'analyse fonctionnelle* » des mécanismes aboutit à « *une définition de la finalité d'ensemble et du rôle de chacun des organes par rapport à cette finalité.* ». Les conseils pédagogiques mettent en avant les trois phases des travaux pratiques<sup>5</sup> : « *1) observation d'organes, de mécanismes [...] 2) exercices de mesure, métrologie [...] 3) opérations d'analyse et de synthèse réalisées au moyen de démontage et montage d'organes.* ». La circulaire promet un bel avenir à l'enseignement de la technologie :

---

<sup>1</sup> Officiellement, car ce sont les mêmes professeurs qui enseignent dans les classes de première et de terminale de baccalauréat technique et de baccalauréat de techniciens, les programmes des classes de secondes sont communs.

<sup>2</sup> Le programme de dessin de la seconde T1 mécanique et électricité qui remplace la seconde T est identique au programme de la seconde T2 (génie civil), cf. *supra*. Les programmes de technologie de construction et de technologie des fabrications mécaniques sont inchangés (programmes de 1966, cf. *supra*)

<sup>3</sup> Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1958. Programmes des classes A (B3) et de secondes T (option laboratoire et génie civil).

<sup>4</sup> Circulaire du 7 septembre 1962. R.M.F. n° 34 du 17 septembre 1962, p. 3061. Enseignement de la technologie. Directives et commentaires provisoires.

<sup>5</sup> Il est prévu que ces travaux pratiques se déroulent dans des salles dédiées équipées de douze postes d'exercices et de quelques machines, perceuse, meule, scie... avec 24 élèves au maximum ou en dédoublement.

« A l'âge de la technique chacun doit être un peu technicien et il serait inconcevable que les écoliers d'aujourd'hui n'aient pas accès au trésor de savoir que la technologie représente, et continuent à ignorer les possibilités d'avenir qu'elle ouvre. ».

Mais c'est sans doute Lucien Géminard<sup>1</sup> qui présente le mieux cette « discipline nouvelle [...] enseignement de raisonnement [...] enseignement de formation générale [qui] a pour objet essentiel l'étude critique d'objets et de mécanismes simples conçus par l'homme pour la satisfaction de leurs besoins. ». Il introduit des concepts qu'il a lui-même développés, notamment lorsqu'il précise que « la technologie est une logique des fonctions ». Les travaux pratiques et de dessin portent sur « l'analyse logique des fonctions techniques » telle que la translation et la rotation, seules ou associés. « L'analyse technique » est complétée par la métrologie mécanique et électrique. Dans l'esprit de Géminard, la technologie doit préparer, ou attirer un certain nombre de jeunes vers l'enseignement technique. Ses propos impératifs sur l'enseignement du dessin technique le révèlent : « Ce qui importe le plus c'est d'éviter à l'élève l'acquisition de mauvaises habitudes qu'il faudrait plus tard combattre et réformer. ». Un an plus tard, Lucien Géminard (1965, p. 2)<sup>2</sup> propose une autre définition de la technologie nullement contradictoire avec la précédente, mais qui s'adresse plutôt aux étudiants de l'enseignement supérieur : « La technologie est une discipline qui, en vue de fins utilitaires, applique la pensée rationnelle à l'exploitation des phénomènes connus et des lois scientifiques établies. Elle englobe donc les sciences appliquées et les techniques de réalisation. ».

Ainsi dans le courant des années 1960, se met en place une structure d'enseignement tubulaire de la technologie (Christian Hamon et Joël Lebeaume, à paraître)<sup>3</sup>, dont les premiers échelons se situent avant le lycée. L'enseignement d'une technologie renouvelée, les méthodes et les concepts tels que l'analyse technique et l'analyse fonctionnelle, susceptibles d'être enseignées à différents niveaux de formation laissent entrevoir une nouvelle structuration pédagogique appelée à remplacer le verticalisme défunt de l'enseignement technique. Il ne s'agit que des balbutiements d'un processus long qui trouve un début d'aboutissement au début du XXI<sup>e</sup> siècle avec la création d'un CAPET<sup>4</sup> de sciences industrielles de l'ingénieur.

Dès 1959, la création de classes préparatoires aux grandes écoles intervient pour favoriser le développement de l'enseignement technique moyen maintenant entièrement intégré dans le deuxième cycle du second degré. Le challenge à relever pour l'enseignement technique se joue désormais principalement d'une part sur la poursuite

---

<sup>1</sup> Instructions n° 64-352 du 11 août 1964. BO n° 31 du 27 août 1964, p. 1852. Enseignement de la technologie en quatrième et troisième moderne.

<sup>2</sup> Géminard Lucien (1965). *Pédagogie de la mécanique. Séminaire des inspecteurs de l'enseignement technique. Cachan le 19/01/1965. Séminaire national. Exposé principal et notes complémentaires sur la mécanique physique. Compte rendu de l'exposé de l'inspecteur général Géminard. Cachan les 18,19 et 20 janvier 1965.*

<sup>3</sup> Hamon Christian, Lebeaume Joël (à paraître). La configuration curriculaire de la technologie au lycée : proposition pour une extension des approches comparatistes. À paraître. In actes du deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 et 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille 3. Villeneuve-d'Ascq.

<sup>4</sup> Arrêté du 17 mars 2011. Fixant les sections et les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET).

d'études vers les grandes écoles d'ingénieur et d'autre part sur la réactualisation de la formation des professeurs du technique.

#### 8.4.5 Des classes préparatoires pour l'enseignement technique

Lors de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles de 1956 (cf. § 7.5.5.), rien n'est prévu pour l'enseignement technique. Aussi, malgré les reproches qu'elle peut encourir, la réforme Berthoin apporte-t-elle une certaine marque de reconnaissance à l'enseignement technique. Elle organise en effet la création d'un concours spécial d'entrée dans les grandes écoles d'ingénieur<sup>1</sup>, ouvert aux élèves ayant effectué toute leur scolarité dans l'enseignement technique.

Pour préparer l'élite de l'enseignement technique à ces concours, des classes préparatoires spéciales sont créées. Elles sont réservées aux titulaires du baccalauréat technique, et selon une circulaire<sup>2</sup>, « *aux meilleurs élèves, non redoublants, d'une classe terminale d'une section technique mathématiques.* ». L'accès des classes de mathématiques supérieures était ouvert aux titulaires du baccalauréat technique, mais jusqu'à cette réforme, l'université était la principale voie vers l'enseignement supérieur pour les élèves qui souhaitaient suivre des études hors les Arts et Métiers.

Au mois de mai 1960, Albert Buisson, directeur général de l'enseignement technique, fait parvenir aux chefs d'établissement une circulaire<sup>3</sup> précisant la nature des pièces du dossier d'admission aux sections préparatoires spéciales. Il précise que deux sections sont ouvertes à la rentrée 1960 à l'École nationale professionnelle de Lyon et au collège technique de Reims<sup>4</sup>. En 1961, lors de l'envoi du même type de circulaire<sup>5</sup>, les deux établissements ont été rebaptisés lycée technique d'État de Lyon et lycée d'État de Reims. L'année suivante, deux arrêtés précisent les conditions et les programmes du concours spécial<sup>6</sup> et indiquent la liste des vingt-cinq grandes écoles<sup>7</sup> auxquelles le concours ouvre les portes (annexe 8-44)<sup>8</sup>. Comme pour les classes préparatoires de mathématique spéciales A, les horaires prévoient quatre heures de dessin industriel, nécessaires à la préparation du concours de l'École centrale des Arts et Manufactures ou de l'École navale (annexe 8-45)<sup>9</sup>.

Dans le même état d'esprit d'élévation du niveau de l'enseignement technique et pour répondre aux exigences de l'industrie, le concours d'entrée aux ENIAM est (section

---

<sup>1</sup> Décret n° 59-897 du 30 juillet 1959. RM/F n° 17 du 14 septembre 1959, p. 2041. Organisation dans l'enseignement technique de sections préparatoires à un concours de recrutement spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs.

<sup>2</sup> Circulaire n° 3736 du 14 novembre 1960. RM/F n° 22 du 5 juin 1960, p. 3429. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

<sup>3</sup> Circulaire n° 3689/4 du 23 mai 1960. RM/F n° 22 du 3 juin 1960, p. 1836. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

<sup>4</sup> Ces établissements possèdent déjà, depuis 1946, des classes préparatoires au concours de l'ENSET (cf. § 6.6.2.)

<sup>5</sup> Circulaire n° 3789/A2 du 22 février 1961. RM/F n° 11 du 13 mars 1961, p. 1049. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

<sup>6</sup> Arrêté du 22 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 893. Conditions et programmes du concours spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieur.

<sup>7</sup> Arrêté du 22 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 881. Liste des écoles d'ingénieur auxquelles un concours spécial de recrutement organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique ouvre accès.

<sup>8</sup> Annexe 8 : liste des grandes écoles

<sup>9</sup> Annexe 8 : horaires des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) 1967.



A) rehaussé<sup>1</sup>. Des classes préparatoires d'une année post-baccalauréat sont instituées dans quarante lycées techniques (annexe 8-46)<sup>2</sup>. Ce sont majoritairement les anciennes Écoles nationales professionnelles (ENP) et les collèges techniques (CT) qui préparaient déjà les élèves au baccalauréat technique et aux concours de l'ENIAM dans des sections spéciales. Ces classes préparent à un concours différent des sections B ouvertes en 1956 pour les titulaires du baccalauréat scientifique (cf. § 7.5.5.). Cette diversification des parcours vers l'enseignement supérieur offerte aux titulaires du baccalauréat technique est élargie en 1966 avec la création de diplômes technologiques au sein des universités.

#### 8.4.6 Des diplômes universitaires de technologie

C'est dans un contexte de démocratisation de l'enseignement supérieur que sont créés les Instituts universitaires de technologie (IUT) en 1966<sup>3</sup>. Ouverts à l'ensemble des bacheliers, les IUT préparent aux diplômes universitaires de technologie (DUT). Les IUT possèdent des départements de génie mécanique, électrique et civil. Jean-Pierre Daviet (1995)<sup>4</sup> rappelle la filiation lointaine de ces établissements universitaires avec les INSA créés à Lyon (1957), Rennes et Toulouse (1961, 1963). Il précise également leur vocation :

*« Un institut universitaire de technologie a pour vocation d'apprendre à des étudiants à mettre convenablement en œuvre des technologies de matériels, et ainsi à véritablement maîtriser des savoir-faire ou des outils : c'est plus large, plus polyvalent qu'une formation de BTS, qui est plus étroitement professionnelle, il y entre une dimension plus conceptuelle, et aussi des interfaces entre plusieurs techniques spécialisées mobilisées autour d'un type de matériel. » (p. 81).*

Dés lors les IUT trouvent une partie de leur public parmi les titulaires du baccalauréat technique<sup>5</sup> (baccalauréat E à partir de 1967). La création des IUT achève également la mise en place d'une nouvelle organisation des cursus technique et technologique. Charles Dufour (1969, p.14)<sup>6</sup>, conseiller technique du recteur pour les enseignements techniques supérieurs et directeur d'IUT, résume ces changements de structure par un organigramme sur lequel une différenciation entre enseignement technique et enseignement professionnel apparaît très nettement (annexe 8-47). Cette diversification des parcours s'inscrit dans une logique d'ensemble qui doit contribuer à augmenter le nombre de techniciens et d'ingénieurs. Elle a également le mérite de valoriser les études techniques. Après ces changements, les lycées techniques qui

---

<sup>1</sup> Arrêté du 23 août 1961. RM/F n° 31 du 18 septembre 1961, p. 3041. Conditions d'admission dans les Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

<sup>2</sup> Annexe 8 : liste des lycées où sont ouvertes des classes préparatoires aux École nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM). Circulaire du 23 mai 1962. RM/F n° 22 du 28 mai 1962, p. 1923. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux E.N.I.A.M.

<sup>3</sup> Décret n° 66/27 du 7 janvier 1966. J.O.R.F du 9 janvier 1966, p. 274. Portant création d'instituts universitaires de technologie.

<http://www.legifrance.com/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000691770&fastPos=1&fastReqId=1143341706&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>

<sup>4</sup> Daviet Jean-Pierre (1995). *Émergence des génies industriels à l'École normale supérieure de Cachan. Deux cents ans d'École normale supérieure. Deux siècles pour forger l'enseignement technique et les sciences appliquées.* Actes de la journée du jeudi 19 octobre 1995 à l'ENS Cachan. (p. 41).

<sup>5</sup> Faguer Jean-Pierre (1983). Le baccalauréat "E" et le mythe du technicien. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 50, 1, 85-96.

<sup>6</sup> Dufour Charles (1969). L'enseignement de l'électronique dans les instituts universitaires de technologie. *Technique Art Science*, 10, 12-22.

préparent aux BTS tout comme les IUT réclament des professeurs. L'ENSET voit alors ses prérogatives renforcées.

## 8.5 CAPET et agrégation, une formation rehaussée pour de nouveaux professeurs de l'enseignement supérieur

L'élévation de la durée et du niveau de formation des écoles moyennes de l'enseignement technique, maintenant regroupées sous l'étiquette lycées techniques (LT), tout comme l'existence des sections de techniciens supérieurs (BTS) dans les LT et des diplômes universitaires de technologie (DUT) favorisent l'élévation du niveau de formation des enseignants du technique.

### 8.5.1 L'instauration du CAPET et sa préparation à L'ENSET

En 1959, la création du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET)<sup>1</sup> près de dix ans après le CAPES s'inscrit dans la logique de secondarisation de l'enseignement technique initiée avec la création de lycées techniques.

La création du CAPET est l'occasion de diversifier les spécialisations des futurs professeurs. Le nombre de sections de professorat passe à douze (annexe 8-48)<sup>2</sup>. La section B « *construction et mécanique industrielles* » est scindée en une section B1 construction et mécanique « *industries mécaniques* » et une section B2 construction et mécanique « *industries du bâtiment* »<sup>3</sup>.

Le concours<sup>4</sup> comprend, pour chaque section, deux parties, d'abord une épreuve théorique, et, obligatoirement l'année suivante, une épreuve pratique. La partie théorique comprend des épreuves écrites et orales tandis que la partie pratique consiste à présenter au jury deux leçons<sup>5</sup>, la présentation d'une maquette ou d'une documentation pédagogique, et enfin un rapport de stage pratique d'initiation à la vie de l'entreprise (annexe 8-49)<sup>6</sup>.

Dès 1960, la préparation au CAPET est organisée à l'ENSET dans laquelle le futur professeur est admis sur concours. Au même moment, un train de modifications touche l'organisation de l'ENSET. La durée de formation est alignée sur les autres ENS, et les

---

<sup>1</sup> Décret n° 59-1074 du 10 septembre 1959. RM/F n° 18 du 21 septembre 1959, p. 2355. Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique « C.A.P.E.T. ».

<sup>2</sup> Annexe 8 : la section A''1 Chimie est créée en 1958, quatre nouvelles sections sont créées en 1961. Arrêté du 11 janvier 1961. RM/F n° 5 du 30 janvier 1961, p. 415. Liste des sections de l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

<sup>3</sup> Les concours B1 et B2 sont ouverts aux titulaires du baccalauréat, du diplôme des élèves breveté des ENP ou d'un brevet de technicien se rapportant à la construction mécanique ou électrique ou aux élèves admissibles au concours d'entrée à l'ENSET.

<sup>4</sup> Arrêté du 30 septembre 1959. RM/F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2901. Modalités et organisation du concours pour l'obtention du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique « C.A.P.E.T. ».

<sup>5</sup> Les épreuves portent sur les matières spécifiques à chaque section. À l'issue de la deuxième leçon, un entretien avec le jury porte sur les problèmes généraux de l'éducation et sur l'organisation de l'enseignement technique.

<sup>6</sup> Annexe 8 : épreuve du concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) B1 – 1959.

études portées de trois à quatre ans<sup>1</sup>. Les deux premières années, les élèves professeurs préparent une licence d'enseignement ou un groupe de certificats spécifiques à l'enseignement technique. Ainsi les candidats aux sections B1<sup>2</sup> et B2<sup>3</sup> doivent-ils posséder quatre certificats, deux communs mathématiques et mécanique et construction générale et deux spécifiques aux sections (B1 mécanique ou B2 bâtiment), mécanique appliquée et construction spécialisée. La troisième année est consacrée à la préparation de la partie pratique du CAPET et à l'entrée en quatrième année. Les candidats reçus à la première partie du CAPET (sections A1, A2, E, F et G) et non admis à l'ENSET bénéficient d'une année de formation dans un centre pédagogique régional de l'enseignement technique pour préparer la deuxième partie du CAPET<sup>4</sup>. En quatrième année<sup>5</sup>, les élèves professeurs préparent l'agrégation, ou pour les titulaires du CAPET B1 et B2 le certificat d'aptitude à l'enseignement technique degré supérieur et le professorat des Écoles nationales d'ingénieurs d'arts et métiers. Deux stages, le premier d'un à trois mois sur la vie des entreprises et le second de six semaines à visée pédagogique, viennent parfaire la formation des normaliens.

En 1961, 737 élèves professeurs (433 garçons et 304 filles) fréquentent l'ENSET. En 1962, 59 élèves font une quatrième année d'étude (Gabriel Belloc, 1962)<sup>6</sup> tandis que le centre national d'enseignement technique (CNET) est créé à Cachan<sup>7</sup>. Celui-ci est formé de l'ENSET et de sections de lycées techniques faisant fonction d'écoles d'application. Trois missions sont assignées au CNET : 1) assurer la formation et le perfectionnement des professeurs de l'enseignement technique et professionnel ; 2) dispenser l'enseignement dans les écoles d'application (lycée technique) ; 3) procéder à des travaux de recherche et de documentation dans le but de perfectionner les méthodes et les moyens d'enseignements.

### **8.5.2 Des classes préparatoires en deux ans pour préparer le concours d'entrée à l'ENSET**

L'organisation mise en place par la réforme de l'ENSET en 1960 va perdurer jusqu'à la création des IUFM en 1989. Mais de nouvelles modifications interviennent dès 1967. Les programmes du concours d'entrée à l'ENSET<sup>8</sup> sont alignés sur ceux des deux années de classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Les sections

---

<sup>1</sup> Décret n° 60-1289 du 21 novembre 1960. RM/F n° 44 du 12 décembre 1960, p. 3589. Recrutement des élèves et durée des études à l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

<sup>2</sup> Arrêté du 30 septembre 1959. RM/F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2919. Modalités d'obtention des certificats exigés pour l'accès du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique – section B1. – Construction et mécanique « *industrie mécanique* ».

<sup>3</sup> Arrêté du 30 septembre 1959. RM/F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2923. Modalités d'obtention des certificats exigés pour l'accès du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique – section B2. – Construction et mécanique « *industrie du bâtiment* ».

<sup>4</sup> Arrêté du 10 octobre 1959. RM/F n° 20 du 19 octobre 1959, p. 2647. Admission dans les centres pédagogiques régionaux de l'enseignement technique des candidats reçus à la première partie du C.A.P.E.T.

<sup>5</sup> Ouverte en 1956 pour la préparation de l'agrégation et aux professorats des sections et des Écoles supérieures de l'enseignement technique.

<sup>6</sup> Belloc Gabriel (1962). L'École normale supérieure de l'enseignement technique. *Technique Art Science*, 3,3-22.

<sup>7</sup> Décret n° 62-1137 du 29 septembre 1962. BO n° 38 du 15 novembre 1962, p. 3461. centre national d'Enseignement technique de Cachan.

<sup>8</sup> Arrêté du 5 juin 1967. BO n° 27 du 6 juin 1967, p. 1651. Modification des conditions d'admission et des programmes du concours d'entrée à l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

mathématiques de l'ENSET se rangent sur les programmes de type A'2 des CPGE, celles de physique et de chimie sur les programmes de type B2 et celles de chimie physiologie sur les programmes de type C. Des classes préparatoires spéciales sont ouvertes<sup>1</sup> pour la préparation aux concours des sections B de l'ENSET, construction et mécanique (mécanique et bâtiment). L'horaire de dessin industriel est le plus élevé de l'ensemble des classes préparatoires, avec six heures par semaine. Ces classes sont également les seules à avoir une heure d'enseignement à l'atelier et deux heures de technologie (annexe 8-50)<sup>2</sup>. L'enseignement de la technologie se partage entre cours, travaux dirigés et travaux pratiques. Le contenu est structuré autour des éléments de la construction mécanique. Ainsi sont abordées la résistance des matériaux, les notions générales sur les machines, les liaisons mécaniques. Il est fait appel à l'analyse technique et à l'étude fonctionnelle des machines ainsi qu'à l'étude critique, la conception et le dimensionnement d'ensembles mécaniques. Les travaux pratiques sont consacrés à la métrologie, au montage - démontage d'ensemble mécaniques et aux manipulations sur machines-outils.

### **8.5.3 Une véritable formation pour les professeurs techniques adjoints de lycées techniques**

Assez rapidement, les stages de formation des professeurs d'atelier initiés en 1957 (cf. 7.5.1.) apparaissent comme insuffisamment adaptés aux progrès technologiques. En effet, comme le résume Lucien Géminard (1971)<sup>3</sup> :

*« L'évolution du travail dans l'industrie, du fait de la division du travail, ne garantit plus que cinq ans de pratique professionnelle dans un atelier de production conduisent à une réelle qualification professionnelle » (p. 84).*

L'évolution des procédés de fabrication, notamment la généralisation de machines automatiques et d'appareils de métrologie électroniques réclament moins d'habileté manuelle et davantage de connaissances scientifiques. À la suite de ce constat, une véritable formation des futurs professeurs techniques adjoints (PTA) est mise place. Pour y accéder un concours ouvert au titulaire du baccalauréat technique<sup>4</sup> (puis plus tard au titulaire d'un baccalauréat de technicien) est organisé à partir de 1965<sup>5</sup> (annexe 8-51)<sup>6</sup>. Le recrutement existe parmi onze spécialités professionnelles (annexe 8-52)<sup>7</sup>. La réussite à ce concours donne accès à deux années de formation organisée dans un centre de formation de professeurs techniques adjoints (CFPTA). Elle n'est que d'un an pour les stagiaires recrutés parmi les personnels enseignants des collèges d'enseignement

---

<sup>1</sup> Circulaire n° IV/67/254 du 7 juin 1967. BO n° 25 du 22 juin 1967, p. 1539. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques « 1967-1968 ».

<sup>2</sup> Annexe 8 : horaires des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE).

<sup>3</sup> Géminard Lucien (1971). *Formation des professeurs des enseignements techniques et professionnels en Europe*. Paris : INRDP.

<sup>4</sup> Décret n° 63-218 du 1 mars 1963. BO n° 11 du 14 mars 1963, p. 550. Conditions de recrutement des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

<sup>5</sup> Arrêté du 8 avril 1965. BO n° 17 du 6 mai 1965, p. 1007. Recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

<sup>6</sup> Annexe 8 : épreuves et programmes de la division industrielle du concours de recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

<sup>7</sup> Annexe 8 : les spécialités industrielles des professeurs techniques adjoints des lycées techniques (PTA-LT).

technique (CET) recrutés eux, hors concours « *après épreuves de sélection professionnelle* ».

Les ENNA ont constitué des exemples pour la création de ces CFPTA<sup>1</sup>. Outre le CFPTA de Cachan, trois annexes sont instituées dans les lycées techniques d'Armentières, de Rennes et de Saint-Etienne. La formation théorique, scientifique et technique est doublée d'une formation pédagogique à l'enseignement des travaux d'atelier (Baron, 1966)<sup>2</sup>. La durée de l'engagement de service envers l'enseignement public est portée de cinq à dix ans. Cette formation est sanctionnée par un nouveau concours<sup>3</sup> qui permet l'obtention du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques (CAFPTA-LT). Ce concours comporte trois séries d'épreuves : écrites (pédagogie générale, mathématiques, mécanique ou électricité) ; pratiques (gamme de fabrication, étude d'outillage et travaux sur machine) ; orales (présentation d'une leçon de technologie). Celles-ci sont modifiées en 1969<sup>4</sup> (annexe 8-53)<sup>5</sup>.

Avec ces nouvelles réglementations, ce sont les titulaires des nouveaux BTS qui prennent les places<sup>6</sup> offertes au concours de recrutement des centres de formation. Arrive alors dans les établissements une nouvelle génération de professeurs d'atelier n'ayant jamais exercé dans l'industrie.

#### **8.5.4 L'agrégation de mécanique, une consécration**

La création de licence et d'agrégation techniques était réclamée dès 1946 lors des débats de la commission Langevin, notamment par Fernand Renaudeau (1946)<sup>7</sup> le directeur de l'ENSET de l'époque (cf. § 6.6.3.). Mais ce n'est qu'en 1962, c'est-à-dire comme le rappelle André Chervel (1993, p. 206)<sup>8</sup>, soixante-dix ans après la disparition des agrégations spéciales que sont créées des agrégations spécifiques de l'enseignement technique<sup>9</sup>. L'enseignement technique peut alors tirer prestige de ses professeurs qui, pour se désigner, usent de l'appellation coutumière mais non réglementaire « *d'agrégés de l'Université* », comme le mentionne Yves Verneuil (2005, p. 287)<sup>10</sup>.

---

<sup>1</sup> Terral Hervé (2002). Les Écoles normales nationales d'apprentissage (1945-1991). Une institution-clé dans la formation des maîtres. *Recherche et formation*, 40, 141-157. (p 146).

<sup>2</sup> Baron I. (1966). La formation pédagogique des professeurs techniques adjoints. Étude expérimentale de déterminants technologiques. *Le Cours Industriel*, 3, 69-72.

<sup>3</sup> Arrêté du 28 juin 1966. BO n° 31 du 4 août 1966, p. 1726. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques

<sup>4</sup> Arrêté du 20 mai 1969. BOEN n° 24 du 12 juin 1969, p. 2103. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

<sup>5</sup> Annexe 8 : épreuves du concours de la division des spécialités industrielles du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques en 1966, révisé en 1969.

<sup>6</sup> Information recueillie lors d'un entretien avec Jean-Pierre Desbordes, professeur au lycée de Vierzon. Co-auteur de *L'École nationale professionnelle de Vierzon*. Desbordes Jean-Pierre, Richoux Claude (2011). *L'École nationale professionnelle de Vierzon*. Châteauroux : La Boulinothe.

<sup>7</sup> Renaudeau Fernand (1946). Réforme de l'enseignement (intervention au congrès du SNET). *Le travailleur de l'enseignement technique*, 17, 11-13.

<sup>8</sup> Chervel André (1993). *Histoire de l'agrégation. Contribution à une histoire scolaire*. Paris : Kimé.

<sup>9</sup> Physiologie-biochimie en 1961, techniques économiques et gestion en 1962 et physique appliquée en 1963.

<sup>10</sup> Verneuil Yves (2005). *Les agrégés. Histoire d'une exception française*. Paris : Belin.

La création de l'agrégation de « *Mécanique des lycées* »<sup>1</sup> est obtenue en 1968 par André Campa, alors directeur de l'ENSET, dans des conditions bien difficiles selon Jean Tardiveau (1987)<sup>2</sup>, lui-même directeur adjoint de l'ENSET. Cette création avait donné lieu à des tractations, comme le prêt du grand amphithéâtre de L'ENSET qui avait dû être mis dans la balance<sup>3</sup>. Lucien Géminard (2002, p 42)<sup>4</sup> raconte dans ses mémoires comment la création de cette « *agrégation de garagiste* » fut considérée comme « *un crime de lèse-majesté* » par le recteur Gautier<sup>5</sup>.

La préparation à l'agrégation de mécanique est assurée par l'ENSET. En théorie, le concours est ouvert soit aux professeurs titulaires du CAPET « *construction et mécanique* » (section B), soit au titulaire de la maîtrise. Dans les faits, seuls les possesseurs d'une solide formation technique peuvent prétendre à être reçus. En effet parmi les épreuves préparatoires écrites<sup>6</sup>, la composition de mécanique appliquée d'une durée de six heures et affectée du coefficient 3 nécessite de solides connaissances de technologique de construction (annexes 8-54<sup>7</sup>). Les programmes de cette épreuve, de niveau ingénieur de bureau d'étude, portent sur les classes de baccalauréat de technicien de construction mécanique, des classes préparatoires à l'ENSAM, à l'ENSET et au département de génie mécanique des IUT. Lors d'un entretien, un professeur à l'ENSAM de Lille<sup>8</sup> résume toute la spécificité de cette épreuve :

« *L'agrégation de mécanique, c'était très calculatoire. Un projet qui demande un énorme bagage en mathématique. Après une licence de maths, les quatre certificats, on pouvait commencer l'étude de la RDM<sup>9</sup>, la mécanique des fluides, la thermodynamique, l'élasticité, avec, en aboutissement du projet, un dessin technique.* »

Par exemple, lors de l'épreuve de construction de la session 1969 du concours (annexe 8-55)<sup>10</sup>, il est demandé au candidat, à partir du dessin d'un mécanisme, de réaliser un schéma cinématique, d'analyser le mécanisme et représenter une modification sous forme d'un dessin technique. Les deux épreuves définitives (mécanique générale et mécanique appliquée) consistent en la présentation d'une leçon en une heure, précédée de quatre heures de préparation. Selon Jean-Pierre Daviet

---

<sup>1</sup> Arrêté du 8 novembre 1968. BO n°42 du 28 novembre 1968, p. 3114. Institution d'une agrégation « *Mécanique des lycées* ».

<sup>2</sup> Tardiveau Jean (1987). La formation des professeurs des lycées techniques. L'ENSET. *L'Enseignement technique*, 136, 56-62.

<sup>3</sup> Cette « confidence » a été recueillie lors d'un entretien avec Jean Tardiveau le 12 juin 2010. Celui-ci répond au recteur Gautier qui cherchait un grand amphithéâtre : « *je suis prêt à vous prêter l'amphi [de l'ENSET], mais il faudrait que vous acceptiez l'agrégation de mécanique* ».

<sup>4</sup> Géminard Lucien (2002). *L'unification du système enseignant français 1963-1985. Souvenirs d'un inspecteur général*. Paris : INRP.

<sup>5</sup> Le recteur Gauthier est directeur de la direction de la pédagogie des enseignements scolaires et de l'orientation (DPESO) de 1967 à 1970.

<sup>6</sup> Les épreuves écrites comportent également des compositions de mathématique (6 h., coefficient 2), physique (6 h., coefficient 2) et mécanique générale (6 h., coefficient 3)

<sup>7</sup> Annexe 8 : programmes des épreuves écrites de l'agrégation de mécanique des lycées (1968)

<sup>8</sup> Maurice Letourneau. Il fut également président de l' « Association des professeurs de sciences et techniques industrielles » (ADPSTI).

<sup>9</sup> Résistance des matériaux.

<sup>10</sup> Annexe 8 : épreuve de mécanique appliquée du concours de l'agrégation de « Mécanique » des lycées (1969) et corrigé. Le Borzec Robert (1970). Agrégation de mécanique session 1969. Composition de mécanique appliquée. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 151, 55-59.

(1995, p. 82)<sup>1</sup> la création de cette agrégation « portait l'idée que la mécanique était la discipline de base de ce qu'on n'appelait pas encore les sciences de l'ingénieur [et] fut un levier considérable dans l'évolution de l'ENSET ». En 1969, l'ENSET est l'école qui forme le plus d'agrégés (Jean Tardiveau, 1970, p. 14)<sup>2</sup>, cette particularité est perpétuée par l'ENS Cachan.

Avec la création d'une agrégation de mécanique, vingt ans après la création du baccalauréat technique, l'ennoblissement de l'enseignement technique se poursuit. Cette valorisation clôtura la période que Guy Bruzy (1995, p. 41)<sup>3</sup> désigne comme « *le temps des réformes* ». Elle conjugue l'irruption de la technologie au collège et son installation dans l'enseignement supérieur. Comme en témoigne la création de baccalauréats de techniciens, l'enseignement technique profite, une fois de plus, de réformes qui le dépassent pour obtenir de nouvelles attributions. Une nouvelle étape est franchie vers la légitimation de la technologie comme enseignement de culture.

---

<sup>1</sup> Daviet Jean-Pierre (1995). *Émergence des génies industriels à l'École normale supérieure de Cachan. Deux cents ans d'École normale supérieure*. Deux siècles pour forger l'Enseignement Technique et les Sciences Appliquées. Actes de la journée du jeudi 19 octobre 1995 à l'ENS Cachan. (p. 41).

<sup>2</sup> Tardiveau Jean (1970). *Allocution à l'occasion du départ en retraite de M. René Basquin*. École normale supérieure de l'enseignement technique. Plaquette réalisée par les élèves du collège d'enseignement technique de Colombes.

<sup>3</sup> Bruzy Guy (1995). *Construction du modèle français. Le temps des fondations : fin XIX<sup>e</sup> siècle – années trente*. Deux cents ans d'École normale supérieure. Deux siècles pour forger l'Enseignement Technique et les Sciences Appliquées. Actes de la journée du jeudi 19 octobre 1995 à l'ENS Cachan.

## 9. 1970 – 1978, différenciation professionnel / technologique et avènement des génies – Le paradigme des objets techniques

La décennie 1970 consacre, selon l'expression d'Antoine Prost (1983, p. 13)<sup>1</sup>, l'achèvement de la « *mise en système des établissements d'enseignement* » scolaires selon un schéma cohérent à trois niveaux : école, collège, lycée (annexe 9-1). Cette mise en système, qui s'inscrit dans le prolongement des politiques de démocratisation de l'enseignement mises en œuvre en 1959, atteint également l'enseignement supérieur.

Le contexte général du début des années 1970, le premier choc pétrolier (1973), la crise économique, l'inflation et le chômage, sont le signe de la fin des Trente Glorieuses. Un des enjeux est alors, pour relancer la croissance, de développer l'enseignement technologique secondaire et supérieur. Cela nécessite le développement de la recherche, l'ouverture de nouvelles voies d'accès vers l'enseignement supérieur, ainsi qu'une amélioration de la formation et une élévation du niveau de recrutement des professeurs de lycée technique. Cette politique entraîne une redéfinition des missions entre l'enseignement à finalité professionnelle et l'enseignement technologique. La revalorisation du travail manuel favorise la formation d'ouvriers au niveau CAP et BEP au détriment des formations longues<sup>2</sup>. La différence entre le brevet de technicien (BT), confirmé comme diplôme professionnel, et le baccalauréat de technicien (BTn), plus généraliste, se renforce. Seul ce dernier doit permettre à la poursuite d'études au-delà du baccalauréat.

Cette redéfinition est organisée par les lois de 1971 qui prépare la disparition progressive de l'enseignement technique au profit de l'enseignement technologique et la loi de 1975 qui crée notamment les lycées professionnels (LP) à côté des lycées techniques (LT) existants. Cette différenciation apparaît comme un moment important dans le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie. En effet, elle coïncide avec un ensemble de mesures qui touchent l'enseignement technologique. D'une part, l'enseignement technologique créé dans certains lycées techniques des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs spécifiquement réservées aux élèves titulaires du baccalauréat technique et du baccalauréat de technicien industriel. D'autre part, sont institués un nouveau CAPET en construction mécanique et les agrégations des génies mécanique, électrique et civil. Enfin, c'est la création de licences et de maîtrises de technologie et de mécanique et enfin, le développement de la recherche technologique avec la création au CNRS<sup>3</sup> d'un département de sciences physiques pour l'ingénieur (Jean-Pierre Charpentier, 1987<sup>4</sup>. Girolamo Ramuni, 1995<sup>1</sup>, cité par Joël Lebeaume, 1997<sup>2</sup>).

---

<sup>1</sup> Prost Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXI<sup>e</sup> siècle. Rapport du groupe de travail sur les seconds cycles présidés par M. Antoine Prost.* CNDP. Ministère de l'Éducation nationale. Service information.

<sup>2</sup> Charlot Bernard, Figeat Madeleine (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984.* Minerve : Paris.

<sup>3</sup> Centre national de la recherche scientifique.

<sup>4</sup> Charpentier Jean-Pierre (1987). *Dix ans de S.P.I. (1976-1986). Direction scientifique, secteur, puis département. Département des sciences physiques pour l'ingénieur.* Paris : CNRS.



Dans les établissements scolaires, la technologie tend à changer de visage. L'enseignement des automatismes se développe et l'étude des machines cède le pas à l'étude des objets techniques. L'idée des novateurs, qui élaborent de nouvelles méthodes d'analyse fonctionnelle, est de faire « *admettre que la technologie pourrait être une 'discipline', un enseignement de culture.* ». (Chabal et al. 1973, p. 7)<sup>3</sup> (voir aussi Chabal et al. 1969)<sup>4</sup>. La création de baccalauréats expérimentaux est à cet égard significative. Elle ouvre en effet potentiellement la voie à un enseignement technologique renouvelé, proposé au plus grand nombre et basé sur des supports technologiques réels, modernes et motivants.

## 9.1 Des réformes qui organisent la différenciation entre les enseignements professionnel et technologique

Les lois de 1971 puis de 1975 (Haby)<sup>5</sup> organisent la distinction entre enseignement professionnel et technologique. Ces réformes ont lieu alors que se déroulent les travaux de la commission Lagarrigue<sup>6</sup>, chargée de réfléchir à de nouveaux programmes de sciences physiques et de technologie dans le second degré.

### 9.1.1 La technologie dans le collimateur des réformes

C'est à la demande de groupes de pression<sup>7</sup> qu'une commission est chargée de proposer une réforme des programmes de sciences et de physique du second degré. L'ambition est ensuite étendue à la technologie. Olivier Guichard (1971)<sup>8</sup>, ministre de l'Éducation nationale<sup>9</sup>, en confie la responsabilité à André Lagarrigue et en fixe l'objectif :

« *La Commission ministérielle de réforme de l'enseignement des Sciences physiques dans l'enseignement secondaire a compétence pour toute question relative à l'enseignement de la Physique, de la Chimie et de la Technologie dans les premier et deuxième cycles de l'enseignement secondaire, classique et technique.* » (p. 7).

Cependant, dès l'origine, la présentation de la technologie est bien différente de celle habituellement retenue dans l'enseignement technique :

---

<sup>1</sup> Ramuni Girolamo (1995). *Les sciences pour l'ingénieur - Histoire du rendez-vous des Sciences et de la Société*. Paris : CNRS.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (1997). *Introduction au séminaire les génies techniques*. In Alain Durey & al. (Eds). Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques. 1995-1996. (pp. 7-23). Cachan : LIREST, IUFM Créteil, INRP.

<sup>3</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafér Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Chabal Jean *et al.* (1969). La valeur culturelle de la technologie. *L'US*, 4, 20-31.

<sup>5</sup> Ministre de l'Éducation nationale du 29 mai 1974 au 5 avril 1978.

<sup>6</sup> André Lagarrigue est président de la Commission d'Étude pour l'Enseignement des sciences physiques dans le second degré, devenue Commission d'étude pour l'enseignement de la physique - chimie - technologie.

<sup>7</sup> L'Union des physiciens, la Société française de physique et la société chimique de France avec le soutien de l'Académie des sciences.

<sup>8</sup> Guichard Olivier (1971). Mission de la commission d'étude pour l'enseignement des sciences physiques dans le second degré. Directives de M. Olivier Guichard, ministre de l'Éducation nationale. *Bulletin de l'Union des physiciens* (1977), 597, 7-8.

<sup>9</sup> Ministre de l'Éducation nationale du 22 juin 1969 au 6 juillet 1972.

« Les programmes que vous aurez à proposer devront à la fois rendre perceptibles aux élèves la richesse foisonnante des sciences physiques et de leur technologie, et leur permettre de bien maîtriser la part qu'ils en auront choisie. » (p 11)<sup>1</sup>.

Les discussions au sein de la commission s'orientent rapidement vers l'instauration d'un enseignement d'initiation aux sciences et techniques (IST), de la sixième aux terminales, qui serait intitulé « *Enseignement Général des Sciences expérimentales et des Techniques* » (Nicole Hulin, 1991<sup>2</sup>. Voir aussi Isabelle Harlé, 2003<sup>3</sup>). Dans ce contexte, et confrontés au « *refus d'entendre leur voix* » (Frédéric Charles, 2008)<sup>4</sup> les représentants de l'enseignement technique ne peuvent que faire part de leur désaccord à l'égard des orientations de la commission. Le projet de réforme présenté en 1972 prévoit pour chacune des trois années du lycée une option de technologie de quatre heures hebdomadaires ainsi qu'une option lourde de technologie de onze heures en classe de seconde (André Campa, 1972)<sup>5</sup>. La réforme ne prévoit rien pour les classes de baccalauréat technique (BTn) et de brevets de technicien (BT), mais l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP) s'alarme, dans un courrier adressé à ses adhérents, de la possible disparition des classes de seconde T, craignant que cette disparition n'entraîne dans la foulée la disparition de la filière du baccalauréat E.

Ce projet, qui n'aboutit finalement pas, révèle le problème devant lequel se trouve l'enseignement technologique au niveau moyen. En effet, pour être reconnu comme une « *discipline fondamentale* », ce que réclame l'APTEP dans son « *manifeste* » (annexe 9-2)<sup>6</sup>, il faut régler la question du nombre d'heures hebdomadaires qu'il est souhaitable et possible de consacrer à un enseignement de culture générale. Ainsi ressurgissent les questionnements soulevés à la création du baccalauréat technique en 1946 sur la durée, mais aussi sur la finalité de l'enseignement technique. La loi de 1971 sur l'enseignement technologique est au cœur du problème.

### **9.1.2 Les lois de 1971 et les diplômes du nouvel enseignement technologique**

Parmi les lois de 1971<sup>7</sup>, c'est la loi d'orientation sur l'enseignement technologique qui offre à l'enseignement technique la reconnaissance officielle tant attendue et

---

<sup>1</sup> Guichard Olivier (1971). Allocution du ministre de l'Éducation nationale prononcée le 27 mai en ouverture des travaux de la commission Lagarrigue. *Bulletin de l'Union des physiciens* (1977), 597, 9-12.

<sup>2</sup> Hulin Nicole (1991). La constitution et les débuts de la Commission Lagarrigue (1969 - 1971) ou du rôle moteur des sociétés savantes. *Bulletin de l'Union des physiciens*, 85, 710, 11-29.

<sup>3</sup> Harlé Isabelle (2003). L'introduction d'une culture technique au collège : une analyse socio-historique. *Revue française de pédagogie*, 144, 95-103.

<sup>4</sup> Charles Frédéric (2008). *Les archives de la commission Lagarrigue*. Mémoire inédit de master 2 recherche. ENS Cachan. 97 pages. Frédéric Charles (à paraître) actes du colloque Rédiscol.

<sup>5</sup> Campa André (1972). Projet de réforme de l'organisation des enseignements du second cycle du second degré. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 7/8, 11-13.

<sup>6</sup> Annexe 9 : manifeste de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP). APTEP (1972). Pour un enseignement cohérent dans l'Éducation nationale de la technologie. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 7/8, 14.

<sup>7</sup> Loi n°71-575 du 16 juillet 1971 portant organisation de la formation professionnelle continue dans le cadre de l'éducation permanente.

[http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo\\_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19710717&numTexte=&pageDebut=07035&pageFin=](http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19710717&numTexte=&pageDebut=07035&pageFin=)

constitue à cet égard une véritable rupture. En qualifiant l'enseignement de « technologique » à la place de « technique », elle entérine de droit les différences de niveau de culture générale et de finalité entre l'enseignement technologique et l'enseignement professionnel. En effet quand le premier ouvre les portes de l'enseignement supérieur (annexe 9-3)<sup>1</sup>, le second, pour lequel une nomenclature instaure une équivalence entre les titres professionnels et les niveaux de formation<sup>2</sup>, ouvre directement la porte sur la vie active. Ainsi la voie technologique courte des collèges d'enseignement technique (CET) prépare-t-elle au brevet d'étude professionnelle (BEP), au certificat d'aptitude professionnelle (CAP) et au certificat d'éducation professionnelle (CEP). Le terme générique « technologique » masque alors difficilement le qualificatif « professionnel » (annexe 9-4)<sup>3</sup>. La structure de l'enseignement français, selon Robert Janod (1973)<sup>4</sup> (annexe 9-5)<sup>5</sup>, présente cependant le BEP comme un diplôme de l'enseignement technologique, de la même façon que l'apprentissage lui-même, classé au sein de l'enseignement technologique (Marie-Christine Combes, 1986, p. 29)<sup>6</sup>.

Ainsi la différence entre les voies professionnelle et technologique est-elle encore brouillée. Cette différenciation va être renforcée par le vote de la loi Haby.

### **9.1.3 La loi Haby de 1975 crée les lycées d'enseignement professionnel (LEP) et confirme la différenciation technologique / professionnel**

La loi Haby<sup>7</sup> est connue pour avoir réalisé le collège unique<sup>8</sup>, mais elle organise aussi la différenciation entre l'enseignement professionnel et l'enseignement technologique. Cette différenciation est rendue visible par des aménagements structurels significatifs. Les formations technologique et professionnelle sont organisées au sein de lycées différents. L'enseignement technologique long est dispensé dans les lycées techniques (LT) tandis que l'enseignement technique court est dispensé dans les lycées

---

Loi n° 71-576 du 16 juillet 1971 relative à l'apprentissage.  
[http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo\\_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19710717&pageDebut=07035&pageFin=&pageCourante=07041](http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19710717&pageDebut=07035&pageFin=&pageCourante=07041)

Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. JORF n° 164 du 17 juillet 1971, p. 7044. Loi d'orientation sur l'enseignement technologique (Martine Allaire et Marie-Thérèse Franck, 1995, p. 691). Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La documentation française.

Loi n° 71-578 du 16 juillet 1971 sur la participation des employeurs au financement des premières formations technologiques et professionnelles (Martine Allaire, Marie-Thérèse Franck, 1995, p. 694), *op. cit.*

<sup>1</sup> Annexe 9 : organigramme et effectifs de l'enseignement technologique long (1972-1973), p. 28.

<sup>2</sup> Cf. § 8.2.4. et annexe 8-14. Circulaire n° II/67/300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale. Classification des niveaux de formation.

<sup>3</sup> Annexe 9 : organigramme et effectifs de l'enseignement technologique court (1972-1973), p. 27.

<sup>4</sup> Janod Robert (1974). L'évolution de l'enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58.

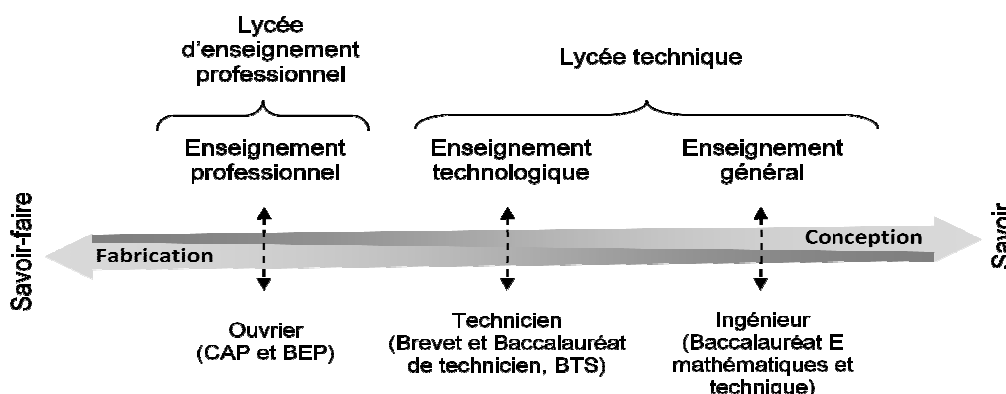
<sup>5</sup> Annexe 9 : structure de l'enseignement français (1973), p. 21.

<sup>6</sup> Combes Marie-Christine (1986). La loi de 1971 sur l'apprentissage : une institutionnalisation de la formation professionnelle. *Formation emploi*, 15, 18-31.

<sup>7</sup> Loi n° 75-620 du 11 juillet 1975. J.O.R.F. du 12 juillet 1975, p. 7180. Relative à l'éducation (dite loi Haby).  
[http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo\\_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19750712&pageDebut=07180&pageFin=&pageCourante=07180](http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=19750712&pageDebut=07180&pageFin=&pageCourante=07180)

<sup>8</sup> Décret n° 76-1303 du 28 décembre 1976. BO n° spécial du 6 janvier 1977, p. 4584. Organisation de la formation et de l'orientation dans les collèges.

d'enseignement professionnel (LEP) créés par la réforme<sup>1</sup>. Dans cette nouvelle organisation, le brevet de technicien (BT)<sup>2</sup> fait figure à part. Bien qu'ayant servi de marchepied à la création des baccalauréats de technicien (BTn) comme diplômes professionnels<sup>3</sup>, le brevet de technicien (BT) se prépare dans un lycée technique, avec une finalité qui ne vise pas la poursuite d'études, contrairement au BTn. En effet, le décret<sup>4</sup> de 1968 relatif au baccalauréat de technicien précise seulement que « *la possession du baccalauréat de technicien confère le grade de bachelier* ». Ce n'est qu'en 1973 que le décret<sup>5</sup> pris en application de l'article 10 de la loi de 1971 institue officiellement une équivalence entre le baccalauréat de l'enseignement du second degré et le baccalauréat de technicien. De la même façon, la différenciation entre les enseignements technologique et professionnel ressort de la rédaction du décret d'application<sup>6</sup> de la loi Haby. Tandis que l'article 13 traite uniquement du baccalauréat, l'article 14 est relatif aux diplômes du brevet de technicien (BT), du brevet d'enseignement professionnel (BEP) et du certificat d'aptitude professionnelle (CAP). L'article 2 précise que ces trois diplômes portent « *mention d'une spécialité* ». L'enseignement technologique qui naît officiellement en 1971 emprunte trois voies distinctes à partir du lycée (fig. 9.1 et annexe 9-6)<sup>7</sup>.



**Figure 9-1 : les formations technologiques et leur finalité dans les lycées en 1976**

Après cette étape, l'ennoblissement sémantique de l'enseignement technique trouve de véritables prolongements structurels lors des réformes des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

<sup>1</sup> Décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976, BO n° spécial du 6 janvier 1977, p. 4589. Organisation des formations dans les lycées.

<sup>2</sup> Cf. § 8.2.4.

<sup>3</sup> 44 spécialités sont recensées en 1974 dans les secteurs industriels et tertiaires (hôtellerie, tourisme, transport).

<sup>4</sup> Décret n° 68-1008 du 20 novembre 1968. BO 42 du 20 novembre 1968, p. 3121. Délivrance du titre de bachelier technicien.

<sup>5</sup> Décret n° 73-1058 du 25 novembre 1973. BOEN n° 46 du 7 décembre 1973, p. 4017. Institution d'une équivalence, en vue de la poursuite d'études supérieures, entre le baccalauréat de technicien et le baccalauréat du second degré.

<sup>6</sup> Décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976, BO n° spécial du 6 janvier 1977, p. 4589. Organisation des formations dans les lycées.

<sup>7</sup> Annexe 9 : les voies de formation technologique et leur finalité dans les lycées en 1976.

## 9.2 Des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) pour les élèves de l'enseignement technologique

La réforme des classes préparatoires engagée en 1972 est l'occasion de réorganiser certaines classes et d'en créer de nouvelles. L'enseignement technologique trouve enfin une place à sa mesure parmi ces préparations qui recrutent et forment la future élite de la nation.

### 9.2.1 L'évolution des classes préparatoires aux grandes écoles

En 1972<sup>1</sup>, la modernisation et l'actualisation des programmes des classes préparatoires s'accompagnent d'une nouvelle organisation de la première année<sup>2</sup>. L'objectif est de rendre les classes préparatoires plus attrayantes et plus concrètes<sup>3</sup>. Les classes de mathématiques supérieures A1 et A2 sont regroupées et en une seule, dont la vocation est la préparation aux classes de mathématiques spéciales. Les étiquettes de ces dernières changent. Les désignations A2 et A'2 sont remplacées par M et M' (mathématiques prépondérantes) et B2 et B'2 par P et P' (physique et chimie prépondérantes). Tandis que les préparations C (C1 et C2) ne changent pas, le souhait des réformateurs est de limiter le nombre d'étudiants des classes M et M' à 1 500 au profit du développement des classes P et P'<sup>4</sup>.

### 9.2.2 Le rapprochement des classes préparatoires techniques T' et des préparations M et P

En continuité de la réforme des classes préparatoires M et P, des changements affectent également les classes préparatoires au concours de recrutement spécial réservées aux élèves titulaires du baccalauréat technique (cf. 8.4.5) ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs. Celles-ci prennent le nom de « *classes de mathématiques supérieures techniques (préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles d'ingénieurs)* » pour les classes préparatoires de première année et de « *classes de mathématiques spéciales techniques (préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles d'ingénieurs)* » en seconde année<sup>5</sup>. Le programme de sciences physiques est aligné sur celui des classes de mathématique supérieure et mathématique spéciale M<sup>6</sup>. Cependant, du fait « *des lacunes constatées* » en sciences physiques et

---

<sup>1</sup> Arrêté du 4 février 1972. BOEN n° 7 du 17 février 1972, p. 465 et p 569. Programmes applicables dans les classes de mathématiques supérieures et de mathématiques spéciales, rectificatif : BOEN n° 8 du 24 février 1972.

<sup>2</sup> Circulaire n° 75-196 du 26 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1801. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

<sup>3</sup> Circulaire n° 72-237 du 16 juin 1972. BO n° 26 du 29 juin 1972, p. 1784. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles 1972-1973.

<sup>4</sup> Circulaire n° 72-496 du 18 décembre 1972. BOEN n° 1 du 4 janvier 1973, p. 13. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

<sup>5</sup> Arrêté du 8 août 1973. BOEN n° 33 du 13 septembre 1973, p. 2575. Dénomination des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles d'ingénieurs créées dans les établissements d'enseignement technique.

<sup>6</sup> Arrêté du 12 novembre 1973. BOEN n° 47 du 20 décembre 1973, p. 3787. Programme de mathématiques et de sciences physiques des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles scientifiques.

résultant de « *l'origine des élèves et de leur formation antérieure [...] une progression est proposée* » aux professeurs<sup>1</sup>.

Le faible nombre de places réservées aux différents concours (annexe 9-7)<sup>2</sup> est en rapport avec le nombre d'élèves qui ont accès à la préparation dans les lycées techniques d'État de Reims et de La Martinière à Lyon. De 75 places en 1973, elles sont portées à 82 en 1979<sup>3</sup>. En 1981<sup>4</sup>, à l'occasion de nouveaux changements dans les programmes de sciences physiques, ces classes sont rebaptisées « *mathématiques supérieures techniques T'* » et « *mathématiques spéciales techniques T'* ». Malgré les changements intervenus après la loi sur l'enseignement technologique de 1971, ces classes prennent l'appellation « technique » alors que le qualificatif a disparu de la terminologie officielle. Cet abus de langage s'explique à deux niveaux. D'une part il rappelle que ces classes préparatoires spéciales sont ouvertes aux titulaires du baccalauréat mathématique et technique. D'autre part cette appellation permet de distinguer ces classes préparatoires spéciales des nouvelles classes préparatoires technologiques T créées en 1974 et TA créées en 1979.

### 9.2.3 Les classes préparatoires technologiques T

La longue évolution des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) aboutit, en 1974, à la création d'un centre national et de centres régionaux et interrégionaux de l'École nationale supérieure des Arts et Métiers (ENSAM)<sup>5</sup>. S'alignant sur celle des grandes écoles, la formation de cinq années est réorganisée. Elle comprend désormais deux années de classes préparatoires spéciales. Ces classes sont créées par un décret<sup>6</sup> dont l'article 1<sup>er</sup> précise : « *Il est créé une nouvelle option de classes préparatoires scientifiques : option technologique T.* »<sup>7</sup>. Une circulaire<sup>8</sup> précise la double finalité de l'enseignement des mathématiques dans les préparations technologiques T, qui s'adresse à « *de futurs ingénieurs tels que ceux de l'École nationale supérieure des Arts et Métiers, finalité de formation d'abord, certes, mais aussi une finalité d'applications.* ». Ces classes préparent également à l'École nationale supérieure des arts et industries de Strasbourg, à l'École nationale supérieure de céramique de Sèvres

---

<sup>1</sup> Circulaire du 26 novembre 1973. BOEN n° 47 du 20 décembre 1973, p. 3802. Commentaires sur les programmes de sciences physiques des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles scientifiques fixés par l'arrêté du 12 novembre 1973.

<sup>2</sup> Annexe 9 : arrêté du 12 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1836. Nombre de places mises en 1975 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs.

<sup>3</sup> Arrêté du 2 mai 1979. BO n° 20 du 17 mai 1979, p. 1149. Nombre de place mises en 1979 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs.

<sup>4</sup> Arrêté du 3 juillet 1981. BO n° 28 du 16 juillet 1981, p. 2152. Modification des programmes de sciences physiques dans les classes de mathématiques spéciales et mathématiques supérieures spéciales techniques T' préparant au concours spécial d'entrée dans les grandes écoles scientifiques.

<sup>5</sup> Décret n° 74-562 du 17 mai 1974. BO n° 25 du 20 juin 1974, p. 1881 et rectificatif paru au BO n° 28 du 11 juillet 1974, p. 2165. Statuts du centre national et des centres régionaux et interrégionaux de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers.

<sup>6</sup> Arrêté du 12 septembre 1974. BO n° 39 du 24 octobre 1974, p. 3153. Programme applicable dans les classes préparatoires T.

<sup>7</sup> Entrée en vigueur à la rentrée 1975.

<sup>8</sup> Circulaire n° 75-285 du 25 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2489. Enseignement des mathématiques dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques.

et à l'École nationale de radio et d'électricité appliquée de Clichy. Cette nouvelle préparation devient commune avec la préparation spéciale à la section B de l'ENSET<sup>1</sup>.

Une autre circulaire<sup>2</sup> précise les horaires des classes préparatoires (annexe 9-8)<sup>3</sup> et apporte des précisions sur les programmes de technologie des classes préparatoires technologiques T. L'enseignement des « *trois disciplines technologiques, la mécanique, la construction et la fabrication, sont étroitement dépendantes les unes des autres* » (annexe 9-9)<sup>4</sup>. Leur enseignement exige donc collaboration et travail en équipe de la part des professeurs. La mécanique et la construction sont enseignées par le même professeur. L'approche globale des problèmes techniques est favorisée par une approche méthodologique autour de thèmes ou de centres d'intérêts.

Selon les programmes, la mécanique est conçue comme un outil pratique pour la résolution de problèmes de construction et de fabrication par de futurs ingénieurs et professeurs. Son enseignement est orienté vers l'acquisition d'outils performants tels que les torseurs ainsi que des concepts essentiels comme celui de « solide » par exemple. Le programme traite de manière approfondie de « *la statique et la cinématique du solide, la dynamique, la résistance des matériaux* ». La démarche d'esprit préconisée doit permettre de passer du réel au schéma puis à la modélisation mathématique. Les étudiants sont ainsi « *capables d'isoler les divers éléments d'un ensemble mécanique, de calculer les efforts s'exerçant sur chacun d'eux, et de les dimensionner dans les cas simples, et en faisant les approximations nécessaires.* ».

Dans le domaine de la construction, la formation s'appuie essentiellement sur les exercices dirigés et « *le travail à la planche à dessin* ». Le programme traite de manière approfondie « *la mise en œuvre des matériaux, la théorie des mécanismes, la technologie dimensionnelle (analyse de chaînes fermées de solides, cotation fonctionnelle), l'étude technologique des liaisons fixes, mobiles et élastiques, et l'étanchéité* ».

Les séances de fabrication sont animées conjointement par le professeur de mécanique - construction et celui de fabrication. En première année, des rattrapages, à raison de quatre heures hebdomadaires, sont mis en place pour les élèves qui ne sont pas issus du baccalauréat E, c'est-à-dire essentiellement ceux du baccalauréat C. Le chapitre fabrication traite du montage des pièces sur les machines-outils, de l'usinage et de la métrologie. Des travaux pratiques et des visites d'entreprises confortent ces acquisitions. En deuxième année, les études portent sur la technologie de fabrication (outils, machines...), les liaisons pièces - machine, la métrologie et les gammes de fabrications. Le tout est complété par des travaux pratiques sur machines-outils (réalisation de pièces, expérimentations) et une introduction à la jonction par soudage. La circulaire précise encore :

---

<sup>1</sup> Circulaire n° 75-196 du 26 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1801. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

<sup>2</sup> Circulaire n° 75-365 du 20 octobre 1975. BO n° 39 du 20 octobre 1975, p. 3262. Commentaires sur les programmes de technologie des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

<sup>3</sup> Annexe 9 : horaires des classes préparatoires.

<sup>4</sup> Annexe 9 : répartition des horaires des disciplines technologiques des classes préparatoires technologiques T.

« Les thèmes à retenir pour ces études devront être choisis parmi des matériels modernes, courants, motivants et techniquement évolués. (Exemples : appareils ménagers, construction automobile ou de motorcycle, machines-outils, appareillages d'automatisation ou d'installations fluidiques, électriques etc.). ».

Un article de l'équipe des professeurs du lycée Baggio de Lille<sup>1</sup> donne le ton de ces nouvelles « prépas ». Ainsi « *L'étude - Calcul* » dynamique, thermodynamique et de modification d'un compresseur à deux pistons opposés à plat s'appuie sur le dessin technique et la schématisation (annexe 9-10)<sup>2</sup>. Il est clair à la lecture de cet article que les étudiants des classes préparatoires technologiques T sont invités à faire leurs premiers pas vers l'agrégation de mécanique.

#### **9.2.4 Les classes préparatoires technologiques TA**

Pour que les classes préparatoires constituent un ensemble en harmonie avec les baccalauréats, il manque des préparations adaptées aux élèves titulaires des baccalauréats de techniciens. C'est chose faite en 1977<sup>3</sup> avec la création des classes préparatoires technologiques TA et TB. Les classes préparatoires TA sont destinées aux titulaires des baccalauréats de technicien à dominante industrielle (BTn F1, F2, F3, F4, F5, F9 et F10) et à quelques brevets de techniciens comme les BT de l'industrie, du bâtiment, du textile, des métiers du bois... (cf. annexe 9-11)<sup>4</sup>. Les classes préparatoires TB sont réservées aux titulaires de brevet de technicien à dominante physique et chimie, et les TB' aux brevets de technicien sciences biologiques et sciences médico-sociales.

Les programmes de technologie des classes TA reprennent le même schéma que les classes technologiques T. Ils sont organisés autour de la mécanique, de la construction mécanique et de la fabrication mécanique (annexe 9-12)<sup>5</sup>.

Ainsi, au début des années 1980, les classes préparatoires techniques T', technologiques T et technologiques TA constituent un ensemble cohérent de préparations aux concours d'entrées aux grandes écoles d'ingénieurs destiné aux élèves ayant suivi un des enseignements technologiques du lycée (annexe 9-13)<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Banquet, Huat, Havaut, Muller, Ouziaux, Ponthieux (1979). Un exemple de la formation technologique en classe de mathématique spéciale technologique. Étude d'un compresseur flat-twin. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 218, 10-18.

<sup>2</sup> Annexe 9 : dessin technique et schématisation pour « *L'Étude - Calcul* » dynamique, thermodynamique et de modification d'un compresseur à deux pistons opposés à plat (classes préparatoires technologiques T).

<sup>3</sup> Arrêté du 14 décembre 1977. BO n° 11 du 16 mars 1978, p. 866. Mise en place des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques technologiques et mathématiques supérieures et technologiques et mathématiques spéciales TA et TB et horaires et programmes applicables à ces classes.

<sup>4</sup> Annexe 9 : liste des brevets de techniciens auxquels sont ouvertes les classes préparatoires technologiques TA. Arrêté du 10 février 1981. BO n° 24 du 18 juin 1981, p. 1916. Liste des titres exigés pour l'accès en classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques et mathématiques supérieures technologiques et mathématiques spéciales TA, TB, TB'.

<sup>5</sup> Annexe 9 : horaires des classes préparatoires technologiques TA.

<sup>6</sup> Annexe 9 : les filières menant aux classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs.



## 9.3 Le baccalauréat technique

L'introduction en 1972<sup>1</sup> des automatismes dans le programme du baccalauréat E constitue une évolution forte qui vise à combler une partie du retard pris par l'enseignement sur les changements observés dans l'industrie. Il s'agit d'un ajout conséquent au niveau des contenus, même si cela tient en une page dans le programme.

### 9.3.1 Les programmes d'enseignement

L'introduction des automatismes provoque le changement d'intitulé du chapitre « *technologie des fabrications mécaniques* » qui devient « *technologie des fabrications mécaniques et automatismes* ». L'ajout d'un chapitre automatisme ne donne pas lieu à la diminution officielle d'une autre partie du programme. Les changements interviennent en classes de première et terminale tandis que les programmes restent inchangés en classe de seconde TI, commune avec les baccalauréats de techniciens industriels (séries F1 à F3, cf. § 8.2.4).

Les nouveaux contenus d'enseignement sont répartis sur deux ans. La première année est consacrée à l'étude théorique de la logique combinatoire (fonctions et équations logiques, tableaux de Karnaugh) et de la logique séquentielle. L'approche technologique des automatismes porte sur les schémas à relais, les transistors fonctionnant en commutation et l'électronique intégrée (connecteur logique). En classe terminale, le nouveau chapitre a pour intitulé l'« *Étude des dispositifs automatisés utilisant l'air comprimé* ». Aussi, si en classe de première l'étude des automatismes porte sur des composants électriques et électroniques, la classe de terminale privilégie l'étude de composants pneumatiques. Il s'agit de vérins simple et double effet, de cellules pneumatiques et de distributeurs. La connaissance de la « *méthode en cascade* »<sup>2</sup> développée dans le manuel de Chappert *et al.* (1972)<sup>3</sup> est exigée.

### 9.3.2 L'évolution des épreuves d'examen des matières technologiques

À partir de 1972, les épreuves d'examen, leur durée, leurs coefficients et leurs finalités sont fixés par des textes réglementaires différents de ceux qui déterminent les contenus d'enseignement. Ainsi deux circulaires paraissent-elles en 1972<sup>4</sup> et 1973<sup>5</sup> pour préciser la finalité (ce qui est nouveau) et le contenu de l'épreuve écrite ainsi que l'organisation de l'épreuve pratique.

Depuis 1970<sup>6</sup>, une épreuve unique de construction mécanique, d'une durée de quatre heures et affectée d'un coefficient 4, combine les épreuves écrites d'étude

---

<sup>1</sup> Arrêté du 16 mai 1972. BO n° 22 du 1<sup>er</sup> janvier 1972, p. 1525. Enseignement des disciplines industrielles dans les classes de second cycle conduisant au baccalauréat de l'enseignement du second degré - série E.

<sup>2</sup> Méthode de résolution d'un problème d'automatisme séquentiel constitué par un ou plusieurs cycles. Chaque cycle réalise un enchaînement de commande de sortie ou de rentrée de la tige de différents vérins.

<sup>3</sup> Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Circulaire n° 72-455 du 23 novembre 1972. BOEN n° 45 du 30 novembre 1972, p. 3890. Épreuves écrites du baccalauréat de l'enseignement du second degré à partir de 1973. Choix des sujets.

<sup>5</sup> Circulaire n° 73-471 du 14 novembre 1973. BOEN n° 43 du 22 novembre 1973, p. 3433. Épreuves écrites du baccalauréat de l'enseignement du second degré à partir de 1974. Choix des sujets.

<sup>6</sup> Arrêté du 5 décembre 1969. BOEN n° 47 du 11 décembre 1969, p. 3576. Épreuves du baccalauréat à partir de 1970.

technologique et de dessin technique. Cette épreuve permet de juger l'aptitude du candidat à :

« - lire un document technique ; analyser une solution, en faire la critique et proposer des modifications ; justifier les formes données aux pièces, et préciser les moyens d'obtention ;

- donner, sous forme graphique correcte, les solutions à des problèmes de construction donnés. »

L'étude technologique porte sur le fonctionnement d'un mécanisme dont une notice, un schéma, un dessin, etc. est fourni au candidat. Le travail porte sur l'analyse fonctionnelle, la cotation fonctionnelle, les procédés de fabrication ou la recherche de solutions constructives. Le dessin technique, exécuté au crayon sur calque, comporte l'exécution, soit d'un dessin d'ensemble, soit d'un dessin de définition à extraire d'un dessin d'ensemble et à coter.

L'épreuve de technique pratique, d'une durée de quatre heures et de coefficient 3 comporte une analyse de fabrication de trente minutes commune à tous les candidats et une manipulation. Avec l'introduction des automatismes, les options fabrications mécaniques et fabrications électromécaniques disparaissent. L'analyse de fabrication est menée à partir d'un dessin de définition d'une pièce simple de mécanique. Le candidat doit savoir préparer l'usinage, c'est-à-dire mettre en place la pièce sur le montage ou la machine, choisir les outils et indiquer les cotes réalisées (cotes machines, cotes outil, etc.), effectuer un calcul simple de transfert de cote. Lors de la manipulation d'automatisme ou d'usinage sur machine-outil, le candidat est jugé sur la méthode de travail et peut être appelé à répondre aux questions des membres du jury.

Une circulaire relative au choix de sujet du baccalauréat rappelle que la spécificité du baccalauréat E est de former des ingénieurs, des physiciens, des techniciens, des mécaniciens et que, de ce fait, les horaires d'enseignement technologique sont conséquents (annexe 9-14)<sup>1</sup>. Les élèves préparant le baccalauréat E ont une heure de mathématiques de moins que leurs camarades du baccalauréat C (mathématiques) et il doit donc en être tenu compte lors de l'élaboration des sujets.

Cependant avec une seule épreuve écrite, et une épreuve pratique qui ne comporte plus d'options, le baccalauréat technique se rapproche un peu du format d'un baccalauréat général scientifique. Des expériences sont d'ailleurs menées dans le sens de ce rapprochement.

### **9.3.3 Des baccalauréats expérimentaux, vers une technologie proposée dans tous les lycées ?**

En 1975, des expériences et des recherches pédagogiques portant sur les horaires, les méthodes et les programmes sont mises en œuvre dans plusieurs lycées expérimentaux<sup>2</sup>. Il s'agit, en continuité de l'instauration du collège unique, de préparer une réforme d'envergure du baccalauréat. Six nouvelles séries (expérimentale) du

---

<sup>1</sup> Annexe 9 : horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1972.

<sup>2</sup> lycée d'État de Montgeron ; lycée d'État Henri-Martin, de Saint-Quentin ; École alsacienne de Paris ; lycée d'État de la Folie-Saint-James, de Neuilly-sur-Seine ; lycée technique d'État, de Massy ; lycée d'État Emmanuel-Mounier, de Grenoble.

baccalauréat sont créées : S1, S2, L1, L2, LS1 et LS2, avec cependant une correspondance entre les anciennes séries C et les nouvelles série S1, D et S2, A et L1 et L2<sup>1</sup>. Des épreuves du baccalauréat adaptées à ces séries sont élaborées et réservées aux élèves de ces établissements. Pour chaque série, quatre épreuves sont obligatoires et deux épreuves sont à choisir parmi huit options dont la technologie et la mécanique appliquée. Seule la série L1 ne comporte pas d'option technologie, et seule la série S1 propose l'option mécanique appliquée. Ainsi, si cette expérience se généralisait, la grande majorité des élèves de terminale auraient accès à un enseignement de technologie, considéré dès lors de fait, comme une discipline générale, au même titre que le latin, le grec, l'histoire - géographie, la biologie, etc. La démarche, dont l'esprit est de permettre l'accès à un enseignement de technologie au plus grand nombre d'élèves fréquentant le lycée, constitue une première. L'arrêté<sup>2</sup> qui fixe les modalités des épreuves de l'examen est complété par une circulaire<sup>3</sup> qui en précise les programmes, qui font également office de programmes d'enseignement. Leur analyse est instructive. Aucune des épreuves de technologie ni de mécanique appliquée ne comporte de travaux d'atelier.

L'épreuve écrite de technologie, d'une durée de trois heures, consiste en une analyse technique d'un mécanisme présenté sous forme de dessin industriel accompagné de renseignements écrits, de schémas, de valeurs numériques. La « fonction globale » et l'environnement de l'appareil sont précisés. L'épreuve s'inscrit dans un cadre scientifique, ainsi :

*« Il pourra également être demandé au candidat d'imager une manipulation ou une expérience permettant de mettre en lumière tel ou tel problème soulevé au cours de l'analyse (en fabrication, en automatisme, en mécanique...) ou de faire des mesures jugées intéressantes. »<sup>4</sup>*

La place du langage technique est centrale. Le candidat peut être amené à établir des graphes, des schémas (mécanique, électrique, pneumatique et hydraulique), des croquis, des dessins, des tableaux comparatifs, tandis que des « *investigations* » exigent des calculs de mécanique, d'électricité, de résistance des matériaux ... En définitive, cette épreuve diffère peu de l'épreuve de technologie de construction du baccalauréat technique, sauf que le dessin technique n'y occupe pas la place principale, et l'esprit de l'épreuve apparaît comme davantage scientifique. L'épreuve orale de contrôle de technologie est conforme à l'écrit.

Le but de l'épreuve écrite de mécanique appliquée d'une durée de trois heures, est de montrer la capacité du candidat à résoudre un problème de mécanique qui se pose lors de l'étude d'un mécanisme. Comme pour l'épreuve de technologie, une méthode scientifique est privilégiée, ainsi le candidat :

---

<sup>1</sup> Cette information apparaît dans une circulaire destinée à indiquer les modalités d'inscription dans les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Circulaire n° 75-147 du 9 avril 1975. BO n° 15 du 17 avril 1975, p. 1389. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux grandes écoles de première année.

<sup>2</sup> Arrêté du 23 janvier 1975. BOEN n° 6 du 13 février 1975, p. 610. Épreuves du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux de plein exercice.

<sup>3</sup> Circulaire n° 75-104 du 5 mars 1975. BO n° 11 du 20 mars 1975, p. 1043. Instructions concernant l'élaboration des sujets du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux de plein exercice.

<sup>4</sup> Circulaire n° 75-104, *op. cit.*

*« ... devra, en faisant des hypothèses technologiques qu'il justifiera, ramener son problème à un modèle qu'il pourra résoudre. Il devra également interpréter les résultats trouvés et revenir à l'objet réel afin de modifier éventuellement les hypothèses faites et de tirer les conclusions technologiques nécessaires. »*

Le sujet remis au candidat comporte le dessin d'ensemble du mécanisme à étudier, et les indications nécessaires à sa compréhension (puissance, vitesse, débit, qualité de l'environnement...). Les solutions graphiques aux problèmes (statique, cinématique, dynamique, résistance des matériaux) sont à privilégier. Les programmes précisent que les mécanismes pris comme support pour les épreuves :

*« ... seront modernes, motivants, originaux et poseront des problèmes faisant appel à la réflexion, au jugement, à l'esprit critique du candidat ... ils seront toujours parfaitement définis, quitte à ajouter au dessin d'ensemble des vues partielles, des schémas, des précisions écrites ».*

L'épreuve orale de contrôle de mécanique appliquée est également conforme à l'épreuve écrite.

L'analyse des programmes de technologie fait apparaître des traits communs avec les programmes des classes préparatoires technologiques T qui préparent à l'ENSET et à l'ENSAM. De la même façon, les programmes de mécanique appliquée présentent des similitudes avec les programmes de l'agrégation de mécanique. Les programmes de technologie et de mécanique appliquée ont en commun leur caractère scientifique. Ces expérimentations s'inscrivent dans un cadre plus général où l'enseignement de la technologie tend à s'harmoniser autour de thèmes communs.

Une demande d'annulation du décret de création des baccalauréats expérimentaux est présentée devant le Conseil d'État<sup>1</sup> par un syndicat et la Société des agrégés de l'Université<sup>2</sup>. Malgré le rejet de cette demande, ces nouveaux baccalauréats ne se sont pas généralisés. Néanmoins, cette tentative de création annonce des changements. En effet, les programmes de technologie de ces baccalauréats expérimentaux portent en germe les modifications de ce qui deviendra le nouvel enseignement technologique.

#### **9.4 De nouveaux CAPET de construction mécanique, des agrégations de génie et un nouveau mode de recrutement des professeurs d'atelier**

La mise en application de la loi d'orientation sur l'enseignement technologique<sup>3</sup> provoque des changements significatifs parmi les différents corps de professeurs de l'enseignement technologique des lycées techniques. Toutes les catégories de professeurs sont concernées, l'article 17 de la loi précise :

---

<sup>1</sup> Recours présenté par le Syndicat national des lycées et collèges et la Société des agrégés de l'université. Conseil d'État, section du 4 novembre 1977. N° 98986, 00834, 00835. Publié au recueil Lebon.

<sup>2</sup> Décret n° 75-58 du 23 janvier 1975. BOEN n° 6 du 13 février 1975, p. 608. Modalités d'organisation du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux.

<sup>3</sup> Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. JORF n° 164 du 17 juillet 1971, p. 7044. Loi d'orientation sur l'enseignement technologique (Martine Allaire et Marie-Thérèse Franck, 1995, p. 691). Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation française.

*« Les fonctionnaires des corps enseignants des établissements d'enseignement technologique [...] des disciplines technologiques [...] doivent posséder une qualification correspondant à celle des maîtres de l'enseignement général de même niveau [ils] reçoivent une formation soit dans les mêmes établissements, soit dans des établissements spécialisés de formation des maîtres... »*

L'application de la loi débouche sur un ensemble de créations, il s'agit :

- de nouveaux certificats d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) de construction et mécanique ainsi que de l'élargissement des possibilités de recrutement vers ces CAPET ;
- un certificat d'aptitude à l'enseignement technique (CAET) du niveau de l'agrégation est créé pour le recrutement d'une nouvelle génération de chefs de travaux des lycées techniques ;
- des agrégations de génie mécanique, de génie électrique et de génie civil ;
- enfin, en perdant l'adjectif « adjoint », les professeurs techniques adjoints (PTA)<sup>1</sup> deviennent des professeurs techniques de lycées techniques (PT-LT) à part entière et se rapprochent du statut de leurs collègues « capétiens ». Un cycle préparatoire de deux ans est institué afin d'assurer le pré - recrutement des futurs PT-LT. Ces mesures de revalorisation pour encourager le recrutement n'en constituent pas moins une indéniable reconnaissance pour l'enseignement technologique.

#### **9.4.1 L'élargissement de la base de recrutement des CAPET de construction et mécanique**

En 1971<sup>2</sup> et 1972<sup>3</sup> sont créés respectivement les CAPET de construction et mécanique B3 (fabrications mécaniques) et B4 (génie électrique). La partie théorique du CAPET B3 porte sur les programmes des lycées techniques (baccalauréat technique E et baccalauréat de techniciens F) et des classes préparatoires. Le CAPET B4 comporte deux options, l'option A fabrications électroniques et l'option B fabrications électrotechniques. Pour le CAPET B4, ce n'est pas le programme des classes préparatoires qui constitue le contenu de la partie théorique, mais celui des IUT ou des sections de techniciens supérieurs.

La partie pratique du concours prend en compte les résultats des stages industriels (rédaction d'un rapport à l'issue d'un stage de cinq mois consécutifs de prise de contact avec la vie des entreprises) et pédagogiques (problème généraux de l'éducation et organisation de l'enseignement technique).

---

<sup>1</sup> Le corps des PTA est créé par l'article 95 de la loi de finance du 31 mars 1931 (cf. § 6.6.2.).

<sup>2</sup> Arrêté du 12 juillet 1971. BO n° 30 du 29 juillet 1971, p. 1938. Création au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) d'une section B3 Construction et mécanique (fabrications mécaniques).

<sup>3</sup> Arrêté du 24 juillet 1972. BO n° 31 du 24 août 1972, p. 2278. Création au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) d'une section B4 construction et mécanique (génie électrique).

Dès 1971, les conditions de titres exigés pour se présenter aux différents CAPET B sont modifiées. Depuis 1959, il faut être titulaire de quatre certificats « spécifiques » au CAPET B (cf. § 8.5.1.), mais la création de la licence de technologie et des maîtrises de technologie change la donne. Ainsi, pour les CAPET B1 (industries mécaniques) et B2 (industries du bâtiment), peuvent être candidats les titulaires de la licence de technologie ou des certificats C1 et C2 de la maîtrise de mécanique ou de la maîtrise de technologie. Pour les CAPET B3 et B4, les quatre certificats spécifiques peuvent être remplacés respectivement par les certificats C1 et C2, la maîtrise de technologie de construction et la maîtrise d'EEA (électronique, électrotechnique, automatique).

Le développement de l'enseignement supérieur favorise le recrutement des professeurs de technologie et décharge l'ENSET pour la préparation aux CAPET B. Ainsi, à l'université de Metz par exemple, jusqu'à l'avènement des IUFM, la licence de technologie « a formé l'ensemble des enseignants en génie mécanique des lycées de l'Est et même très au-delà. »<sup>1</sup>.

En 1975, les classes préparatoires aux concours d'entrée des sections B de l'ENSET et à l'ENSAM deviennent communes (cf. *supra* § 9.2.3).

En 1977<sup>2</sup>, le concours d'entrée des nouvelles sections B3 et B4 de l'ENSET est ouvert aux titulaires du DUT et du BTS. Les programmes du concours portent sur les parties communes aux programmes de BTS et DUT des domaines du génie mécanique ou du génie électrique. Les candidats peuvent s'inscrire au concours à titre conditionnel s'ils sont susceptibles d'obtenir le BTS ou le DUT à la session de juin de l'année du concours.

#### **9.4.2 Une nouvelle génération de chefs de travaux des lycées techniques**

En 1972 est institué un certificat d'aptitude à l'enseignement technique (CAET degré supérieur), diplôme de degré supérieur pour recruter des chefs de travaux<sup>3</sup> dans les spécialités industrielles<sup>4</sup>. Le décret abroge le précédent certificat d'aptitude à l'enseignement pratique (CAEP) des spécialités industrielles (hommes) créé en 1921<sup>5</sup> (cf. § 6.6.2). Le nouveau CAET degré supérieur est d'un niveau équivalent à l'agrégation et constitue une reconnaissance certaine du rôle de chef de travaux dans les établissements. Un concours en deux parties est créé pour le recrutement au CAET degré supérieur et est ouvert aux titulaires de l'équivalent d'une maîtrise. Un quota de 30 % des postes à pourvoir est affecté, sur concours réservé aux professeurs techniques, chefs de travaux titulaires du CAEP degré supérieur des lycées techniques, aux titulaires du CAPET B (construction mécanique) ainsi qu'aux professeurs faisant

---

<sup>1</sup> Luchaire François (1993). *Université de Metz. Rapport d'évaluation, juillet 1993*. Comité national d'évaluation des établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel.

<sup>2</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1977. BO n° 30 du 1<sup>er</sup> septembre 1977, p. 2311. Recrutement à l'ENSET sections B3 et B4 de candidats titulaires du diplôme universitaire de technologie ou du brevet de technicien supérieur.

<sup>3</sup> Arrêté du 24 avril 1972. BO n° 23 du 8 juin 1972, p. 1578. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique degré supérieur.

<sup>4</sup> Ce diplôme est élargi en 1976 à d'autres spécialités des lycées techniques relevant des secteurs : techniques économiques ; paramédical et social ; laboratoire ; habillement.

Arrêté du 2 juillet 1976. BO n° 38 du 21 octobre 1976, p. 3664. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur) en vue du recrutement de professeurs techniques chefs de travaux de lycées techniques dans diverses spécialités.

<sup>5</sup> Décret du 12 juillet 1921 (cf. 6.6.2).

fonction de chef de travaux. Le programme, commun aux deux concours, comprend différents chapitres, mécanique, électronique, électrotechnique et automatique, métallurgie, technologie.

### **9.4.3 Les agrégations de génie industriel**

C'est seulement en 1975<sup>1</sup> que sont créées les agrégations de génie mécanique, génie électrique et génie civil. Alors que l'agrégation de mécanique, créée en 1968, est tournée vers la conception industrielle, les agrégations de génie sont orientées vers la construction et la production industrielles. L'ENSET prend en charge la formation des futurs agrégés. Pour l'enseignement technologique, la création des agrégations de génie constitue une indéniable reconnaissance. Les professeurs ainsi formés peuvent alimenter les sections de BTS et les départements des IUT.

Enfin, toujours dans le cadre de l'application de la loi d'orientation sur l'enseignement technologique, les professeurs techniques adjoints (PTA) situés au bas de l'échelle des professeurs de lycées techniques bénéficient d'une revalorisation de leur statut.

### **9.4.4 Les professeurs techniques de lycées techniques, un nouveau corps de professeurs**

Après les réformes du milieu des années 1960, il est décidé d'élever à nouveau le niveau de recrutement et de formation des professeurs techniques adjoints (PTA) intervenant dans les ateliers industriels<sup>2</sup> des lycées techniques.

#### ***Un certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT)***

En 1975, est créé un certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT)<sup>3</sup>. Deux concours, un interne et un externe, sont mis en place pour recruter les professeurs techniques de lycée technique (PT-LT), appelés à remplacer les professeurs techniques adjoints de lycée technique (PTA-LT). Le concours externe au CAPT est ouvert aux ingénieurs et titulaires du DEST<sup>4</sup> ou d'un titre reconnu équivalent<sup>5</sup> et ayant effectué un an de pratique dans la profession. Le concours interne au CAPT est ouvert aux PTA-LT stagiaires ou titulaires. Le succès à l'un de ces deux concours permet l'accès à une année de formation technique supérieure d'un an dans un des centres de formation de professeurs techniques adjoints (CFPTA) créés en 1963<sup>6</sup> (cf. § 8.5.3)<sup>1</sup>. Cette année est sanctionnée par un examen de qualification professionnelle.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 18 mars 1975. BO n° 14 du 10 avril 1975, p. 1302. Création d'une agrégation de génie civil.

Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2494. Création d'une agrégation de génie électrique.

Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2496. Création d'une agrégation de génie mécanique.

<sup>2</sup> Mais également dans le secteur tertiaire.

<sup>3</sup> Décret n° 75-1161 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 35. Recrutement et formation des professeurs de lycées techniques.

<sup>4</sup> Diplôme d'études supérieures techniques.

<sup>5</sup> Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2381. Équivalences de titres et de qualification prévues pour accéder respectivement au concours du certificat d'aptitude au professorat technique et au concours d'entrée au cycle préparatoire à ce certificat.

<sup>6</sup> Décret n° 63-218 du 1<sup>er</sup> mars 1963. BO n° 11 du 14 mars 1963, p. 550. Conditions de recrutement des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

Concernant l'enseignement des « *disciplines industrielles* », cinq sections de PT-LT<sup>2</sup> sont créées aux concours externe et interne : fabrication mécanique, fonderie, métaux en feuille, constructions métalliques et électrotechnique. Les programmes des épreuves portent sur les BTS éponymes à ces différentes sections sauf pour le concours externe de fabrication mécanique qui porte sur les programmes des baccalauréats E et F1 (mécanique), du BTS de fabrication mécanique et des classes préparatoires de mathématiques supérieures technologiques T et mathématiques spéciales technologiques T (cf. *supra* § 9.2.3).

Le concours externe comporte deux épreuves d'admissibilité destinées à vérifier que « *le candidat possède les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour aborder un problème technique de niveau ingénieur* » et trois épreuves d'admission (annexe 9-15)<sup>3</sup>. L'épreuve de technologie vérifie les connaissances pratiques (appareillages, machines, métrologie) tandis que l'épreuve de fabrication vérifie, sur un cas concret et en un temps imparti, que le candidat « *domine le problème de la réalisation d'un produit* ». Enfin, un entretien permet de tester « *le niveau de réflexion sur les problèmes que pose la civilisation technicienne actuelle [...] les qualités d'expression nécessaires dans l'exercice du métier d'enseignant.* ».

Le concours interne comporte une épreuve d'admissibilité unique de technologie qui a pour but de « *faire le point sur les connaissances scientifiques et techniques du candidat.* ». Les deux épreuves d'admission consistent en une « *étude critique d'une fabrication* » destinée à vérifier les qualités de technicien du candidat et d'un entretien « *sur un sujet d'ordre pédagogique* » (annexe 9-16)<sup>4</sup>.

Enfin, les stagiaires subissent l'examen de qualification professionnelle, qu'ils se présentent aux concours externe ou interne. Celui-ci comporte quatre épreuves : présentation d'une leçon devant les élèves que le stagiaire a eu en responsabilité<sup>5</sup> ; exercice « *basé sur un support technologique réel, moderne et motivant.* » ; soutenance d'un mémoire à caractère pédagogique mis au point pendant le stage ; entretien portant sur les problèmes généraux de l'éducation ; compte rendu de stage en entreprise (annexe 9-17)<sup>6</sup>.

### ***Un cycle préparatoire pour le CAPT***

La disparition des professeurs techniques adjoints (PTA) des lycées techniques s'organise par la mise en place de conditions exceptionnelles de recrutement<sup>7</sup> de professeurs techniques (PT) à la suite de concours spéciaux prévus à cet effet<sup>8</sup>. Ainsi le

---

<sup>1</sup> À cette occasion, les CFPTA prennent officiellement le nom de CFPT.

<sup>2</sup> Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2394. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement de professeurs techniques de lycées techniques.

<sup>3</sup> Annexe 9 : nature, durée et coefficients des épreuves du concours externe du certificat d'aptitude au professorat technique (section fabrication mécanique).

<sup>4</sup> Annexe 9 : nature, durée et coefficients des épreuves du concours interne du certificat d'aptitude au professorat technique (section fabrication mécanique).

<sup>5</sup> Pendant le stage pédagogique organisé au cours de l'année de formation technique supérieure.

<sup>6</sup> Annexe 9 : nature, durée et coefficients des épreuves de l'examen de qualification professionnelle du concours interne du certificat d'aptitude au professorat technique (section fabrication mécanique).

<sup>7</sup> Décret n° 75-1163 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 38. Conditions exceptionnelles d'accès des professeurs techniques adjoint au corps des professeurs certifiés.

<sup>8</sup> Décret n° 75-1162 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 37. Conditions exceptionnelles de recrutement de professeurs de lycées techniques.



CAPT, réservé aux professeurs d'atelier, tend à s'aligner sur le CAPET. Il s'inscrit dans le mouvement régulier d'élévation du niveau de formation des professeurs de l'enseignement technique puis technologique<sup>1</sup>. Mais la grande nouveauté réside dans la création d'une préparation en deux ans au concours interne du CAET. La formation assurée durant le cycle préparatoire au CAPT (CP-CAPT) est dispensée dans les CFPTA. Jean Tardiveau (1987)<sup>2</sup>, directeur adjoint de l'ENSET à l'époque, précise l'intérêt du CP- CAPT: « *le dispositif permet ainsi de pré-recruter dans les secteurs où il n'existe pas de licence ou pour lesquels les flux d'élèves dans l'enseignement supérieur sont insuffisants.* »

Deux concours réservés<sup>3</sup> sont institués pour accéder à ce cycle préparatoire. Le premier concours<sup>4</sup> est réservé aux candidats de moins de trente ans titulaires d'un BTS ou d'un DUT. Le second concours concerne les professeurs titulaires ou stagiaires de collège d'enseignement technique (CET) de plus de quarante ans et aux maîtres auxiliaires justifiant de trois années d'enseignement dans les disciplines d'atelier. La nature des épreuves, leurs durées et les coefficients sont identiques pour les deux concours, seuls les sujets pouvant être différents (annexe 9-18)<sup>5</sup>. La nature des épreuves d'admissibilité et d'admission du concours d'accès au cycle préparatoire est identique à celles du concours externe au CAET<sup>6</sup>, mais le niveau, la durée et les coefficients diffèrent. De la même façon, les sections de recrutement et les programmes (BTS) sont identiques. Une exception toutefois pour la section fabrication mécanique où le programme de l'épreuve de mécanique est celui du BTS bureau d'étude (excepté la thermodynamique).

Une fois admis au CFPTA, le candidat suit une formation de deux ans et est rémunéré contre engagement de dix années au service de l'Éducation nationale (les élèves sont stagiaires). Les stagiaires qui passent par le cycle préparatoire bénéficient ainsi de trois années de formation scientifique et pédagogique de haut niveau. L'ouverture du cycle préparatoire aux professeurs techniques des CET et aux maîtres auxiliaires assurent une promotion interne et permet de résorber une partie de l'auxiliariat.

## 9.5 Les développements de l'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle, dont les termes et les prémices sont évoqués par M. Baudo<sup>7</sup> ou par André Campa<sup>8</sup>, en 1958 au détour d'un article, connaît un véritable développement à partir des années 1970. Durant cette décennie, l'étude de l'objet technique détrône l'analyse des machines. Les derniers schémas fonctionnels de la

---

<sup>1</sup> Ce mouvement est favorisé par les revendications syndicales.

<sup>2</sup> Tardiveau Jean (1987). La formation des professeurs des lycées techniques. L'ENSET. *L'enseignement technique*, 136.

<sup>3</sup> Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2383. Recrutement des élèves du cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique.

<sup>4</sup> Intitulé utilisé dans le décret.

<sup>5</sup> Annexe 9 : nature, durée et coefficients des épreuves du concours d'accès au cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique (section fabrication mécanique).

<sup>6</sup> Pour le domaine industriel : fabrication mécanique, fonderie, métaux en feuille, constructions métalliques et électrotechnique.

<sup>7</sup> Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-180.

<sup>8</sup> Campa André (1958). L'enseignement de la Technologie de Construction, éditorial. *Le Cours Industriel*, 5, 129-131.

génération des années 1960 (annexe 9-19)<sup>1</sup> apparaissent dans les manuels d'automatisme (Daniel Bouteille, 1970)<sup>2</sup> pour laisser la place à des schémas fonctionnels d'un type nouveau. Le vocabulaire tend à se préciser et à s'harmoniser, mais le but de la technologie de construction reste l'étude de constatation ou de conception des objets techniques. Marcel Postic (1971)<sup>3</sup> propose une définition de l'objet technique qui reflète bien la vision qu'en ont les pédagogues de l'époque :

« L'objet technique est construit en vue d'une destination précise fixée par l'utilisateur. Entièrement déterminé par ce but, que l'on peut appeler fonction d'usage, il possède une logique interne parce que toutes les pièces, tous les organes qui le composent doivent avoir une fonction technique précise et concourir à assurer sa fonction d'usage. » (p. 39).

Deux ouvrages vont particulièrement marquer cette période. Le premier constitue pour Lucien Géminard (1970)<sup>4</sup>, une sorte de testament<sup>5</sup> sur les méthodes de conception des systèmes mécaniques. Le second est rédigé par des professeurs d'ENNA, Jean Chabal, Roger De Preester, Jean Sclafer et René Ducel (1973)<sup>6</sup>. Ces méthodes, très proches, font cependant apparaître une conception distincte, la première très technicienne et la seconde plus pédagogique. Ces variations trahissent les origines des auteurs avec d'un côté des ingénieurs, et de l'autre, d'anciens élèves de l'ENSET<sup>7</sup>. Ces méthodes tantôt se concurrencent, tantôt se complètent et souvent se nourrissent les unes des autres.

### **9.5.1 Les notions de milieu et d'action appliquées à l'analyse d'un objet technique, le point de vue de Lucien Géminard**

La notion de milieu a d'abord été utilisée sans qu'une définition n'en soit donnée (cf. § 8.3. et annexe 8-41). Lucien Géminard réinvestit cette notion dans son ouvrage *Logique et technologie*<sup>8</sup> pour en faire un élément clé de l'analyse des objets techniques, qu'il nomme parfois « instruments ».

Pour définir le rôle ou l'usage d'un objet technique, Lucien Géminard propose de définir les actions « d'entrée » que le milieu extérieur exerce sur l'objet et les actions « de sortie » que cet objet exerce sur le milieu extérieur. Pour déterminer ces actions, il convient d'isoler l'objet qui devient « un système matériel isolé ». Tout ce qui n'est pas ce système est le milieu extérieur. La recherche consiste ensuite à recenser, d'une part les actions pour lequel l'objet a été conçu (ou doit être conçu) et qu'il exerce sur le milieu extérieur et, d'autre part les actions qu'il reçoit de ce milieu extérieur. Les actions exercées et reçues par l'objet sont ensuite consignées dans un tableau à double entrée.

---

<sup>1</sup> Annexe 9 : schéma synoptique et schéma fonctionnel de conception d'un automatisme

<sup>2</sup> Bouteille Daniel (1970). *Les commandes logiques à fluides et l'automatisation industrielle*. Paris : Dunod.

<sup>3</sup> Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, Professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes*. Paris : Foucher

<sup>4</sup> Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod.

<sup>5</sup> Après cette date Lucien Géminard est accaparé par des fonctions plus administratives.

<sup>6</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>7</sup> Jean Chabal, René Ducel et Jean Sclafer sont respectivement sortis de l'ENSET en 1951, 1955 et 1942.

<sup>8</sup> Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod.

L'analyse du tableau permet de définir les relations particulières que l'objet technique établit entre les actions d'entrée et de sortie. Parmi celles-ci, certaines sont des conditions absolument nécessaires au bon fonctionnement de l'objet, tandis que d'autres sont des actions secondaires inévitables, à neutraliser ou à exploiter, ou encore des actions parasites à neutraliser. Cette méthode est l'adaptation du « *tableau d'agencement logique* » (cf. § 8.3.2) dont Géminard propose initialement l'utilisation pour la conception des organes de machines. Adaptée à un objet, l'analyse est un type d'analyse fonctionnelle qui sera qualifiée bien plus tard « d'analyse fonctionnelle externe » en opposition à « l'analyse fonctionnelle interne »<sup>1</sup>. On retrouve là les notions d'analyse technique et d'observation fonctionnelle développée par Fernand Canonge (cf. § 8.3.2), mais l'objectif de Géminard est de conceptualiser ces outils d'analyse. Il tente également d'imposer « son vocabulaire ». Il précise ainsi à propos de la relation qui s'établit entre l'objet et le milieu extérieur :

*« Cette relation sera appelée :  
relation technologique  
ou fonction technique globale  
ou fonction instrumentale  
on a parfois utilisé les termes fonction usage.*

*La terminologie n'étant pas fixée il est bon de proposer plusieurs formules. Mais par la suite c'est l'expression relation technologique qui sera retenue quand il s'agira de parler de la relation établie par l'instrument ou l'objet technique entre les actions ou signaux d'entrée et les actions ou signaux de sortie. » (p. 12).*

Pour étayer sa démonstration, Géminard prend l'exemple d'un poste de télévision (annexe 9-20, fig. 9.2 *infra*)<sup>2</sup>. Il met en évidence, à l'aide de flèches, les actions d'entrée (ondes électromagnétiques, rayons lumineux et calorifiques, attraction terrestre, action de la table...) et les actions de sortie (onde sonore, onde lumineuse). Le tableau à double entrée, une fois complété et analysé (fig. 9.2 *infra*, annexe 9-21,)<sup>3</sup>, permet de modéliser (annexe 9-22, fig. 9-2 *infra*)<sup>4</sup> le système matériel isolé (le poste de télévision) sous forme d'une relation technologique (une simple flèche) établie entre les deux sous-ensembles constitués des actions d'entrée (action du milieu extérieur sur le poste) et de sortie (action du poste sur le milieu extérieur).

---

<sup>1</sup> Ces notions sont introduites en 1981 dans les programmes de seconde, cf. § 10.3.1 et § 12.6 concernant le développement de l'analyse de la valeur dans les années 1990.

<sup>2</sup> Annexe 9 : l'objet technique comme objet matériel isolé, les actions exercées et reçues par le milieu extérieur.

<sup>3</sup> Annexe 9 : tableau d'analyse des actions exercées et reçues par l'objet technique.

<sup>4</sup> Annexe 9 : modélisation du milieu extérieur et du système matériel isolé (le poste de télévision).

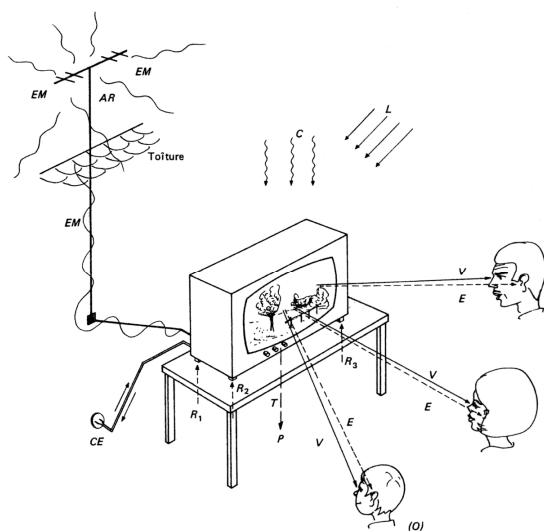


Tableau des actions entre milieu extérieur et poste de télévision	Attraction terrestre <i>P</i>	Actions de la table <i>R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> R<sub>3</sub> R<sub>4</sub></i>	Rayons lumineux <i>L</i>	Rayon calor. <i>C</i>	Courant élect. <i>CE</i>	Ondes électro magnét. <i>EM</i>	Ondes sonores <i>E</i>	Rayons lumineux <i>V</i>
Attraction terrestre	///	0						
Actions de la table	0	///						
Rayons lumineux			///					
Rayon calorifique				///				
Courant élect.					///		+⊕	+⊕
Ondes électro magnétiques						///	+⊕	+⊕
Ondes sonores							///	
Rayons lumineux								///

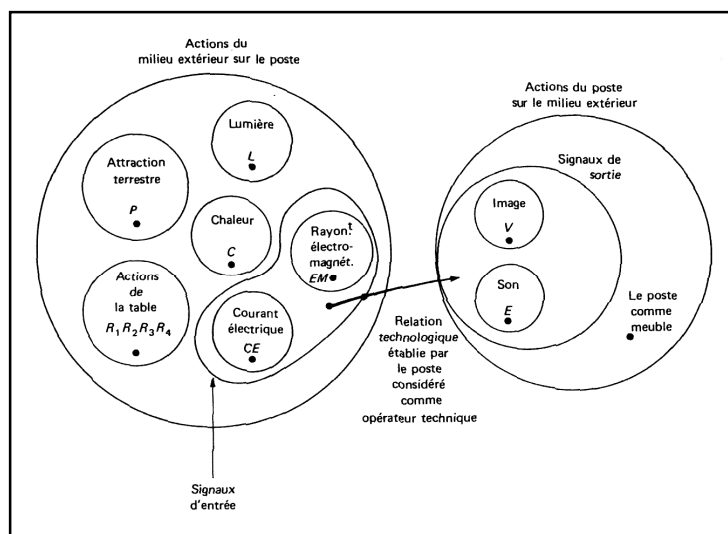


Figure 9-2 : analyse fonctionnelle externe d'un poste de télévision (Géminard, 1970)

Ces démonstrations permettent d'introduire la suite de l'ouvrage qui traite essentiellement des opérateurs techniques (organes) réalisant les fonctions techniques élémentaires. La notion de milieu prend tout son sens lorsqu'elle est mise en relation avec celle de système. La notion de système mécanique avait été proposée par Canonge (1963b, p. 194)<sup>1</sup> : « Quelles sont les fonctions mécaniques assurées à l'intérieur de ce système mécanique (mouvements, transformation de mouvement, guidages, etc...) ? » ou bien encore « En quoi la fonction du système mécanique concourt-elle à la fonction usuelle de l'objet ? ». Pour Géminard, le système est l'objet technique qui a un usage « utilitaire, pris dans son ensemble ». Ce système matériel joue le rôle d'un opérateur technique qui établit une relation entre les signaux qu'il capte du milieu extérieur et ceux qu'il émet vers celui-ci.

Lors d'une conférence pédagogique, Géminard (1971)<sup>2</sup> élargit la notion de système : « L'étude de l'objet technique doit se situer dans l'étude du système 'homme-machine' ou système 'homme-objets techniques complémentaires'. ». Ainsi, après celles de l'analyse technique, sont posées les bases de l'analyse fonctionnelle et systémique.

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1963b). L'observation associée à l'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 7, 193-195.

<sup>2</sup> Géminard Lucien (1971). La technologie, l'enseignement de la technologie en France. Conférence du 9 avril 1970, Institut pédagogique national. *Technique Art Science*, 6, 3-12.

Cependant si la démonstration se veut rigoureuse, le vocabulaire abstrait, cher à l'ingénieur des Arts et Métiers, ne semble pas adapté aux élèves des collèges et des lycées. Ainsi Yves Deforge (1970)<sup>1</sup> utilise-t-il une formulation plus simple lorsqu'il aborde la question de la finalité d'un objet technique : « *La fonction de l'objet est la relation qu'il établit entre les données d'un problème et les résultats attendus.* » (p. 76). De son côté, une équipe de professeurs d'ENNA propose une « *méthodologie de la construction mécanique* » (Chabal et al, 1973)<sup>2</sup> adaptée à « *l'élève des CET* »<sup>3</sup>. De la confrontation des idées et des pratiques vont naître de nouvelles innovations. Cet ouvrage mérite une étude détaillée tant il apporte de nouveautés dont certaines ne trouveront pas preneur et seront abandonnées tandis que d'autres seront redécouvertes près de quarante ans plus tard.

### **9.5.2 Frontière d'isolement, matière d'œuvre et fonction globale, l'objet technique vu comme une boîte noire, les apports fondamentaux du courant des ENNA**

Pour mener à bien l'étude d'un objet, d'un individu, d'un système technique, la méthodologie développée par Chabal (1973)<sup>4</sup> et ses collègues d'ENNA reprend les acquis passés et développe de nouveaux aspects. L'approche consiste à définir sa finalité dans un premier temps. Pour cela, il est nécessaire de décrire « *les opérations effectuées par les opérateurs techniques [...] sans référence à l'opérateur technique* » (p. 13). Cette formulation s'explique par le souci des auteurs de ne pas s'enfermer dans une description tautologique. Pour qualifier l'opération réalisée par un filtre à huile par exemple, ils cherchent à ne pas utiliser une formule du type « *un filtre sert à filtrer* ».

La démarche consiste alors à définir une frontière (annexe 9-23)<sup>5</sup>, « *limite qui définit deux zones dans la réalité concrète* ». D'une part ce qui est interne à la frontière, il s'agit de « *l'objet de l'étude isolé* ». D'autre part ce qui est externe à la frontière, il s'agit de l'environnement de l'objet, cet environnement étant défini comme des milieux associés (physique, humain, économique, technique). Cette première étape étant réalisée, il convient de définir la « *matière d'œuvre* », c'est-à-dire « *la partie de l'environnement sur laquelle l'objet isolé est destiné à agir* »<sup>6</sup>. Il est alors possible de définir deux « *états* » ou « *situations* », avant et après « *l'intervention de l'opérateur* », dans lesquels on retrouve « *la même matière d'œuvre [avec] certains paramètres modifiés* ». L'exemple du filtre à huile est particulièrement bien choisi<sup>7</sup>. Il permet de faire apparaître simplement les notions d'entrée et de sortie, et attire l'attention sur le fait que la matière d'œuvre, qui est extérieure à la frontière de l'objet, peut se situer physiquement à l'intérieur de celui-ci. Il permet également de préciser l'importance à bien définir les paramètres, sous un angle qualitatif et quantitatif, sur lesquels l'objet doit agir. Dans le cas du filtre, il s'agit de la

---

<sup>1</sup> Deforge Yves (1970). *L'éducation technologique. Préface du recteur Jean Capelle*. Paris : Casterman.

<sup>2</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> À propos desquels les auteurs précisent : « *produit d'une sorte de distillation fractionnée qui l'a conduit du berceau à la 4<sup>ème</sup> pratique ou à l'échec scolaire en 3<sup>ème</sup>* » (p. 9).

<sup>4</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 9 : frontière d'isolement entre l'objet technique et son environnement (les milieux associés).

<sup>6</sup> C'est ce verbe « agir » qui fait préférer aux auteurs le terme « opérateur » technique plutôt qu'« objet » technique, mais ce terme ne résistera pas et sera supplanté par celui d'objet plus parlant pour les élèves.

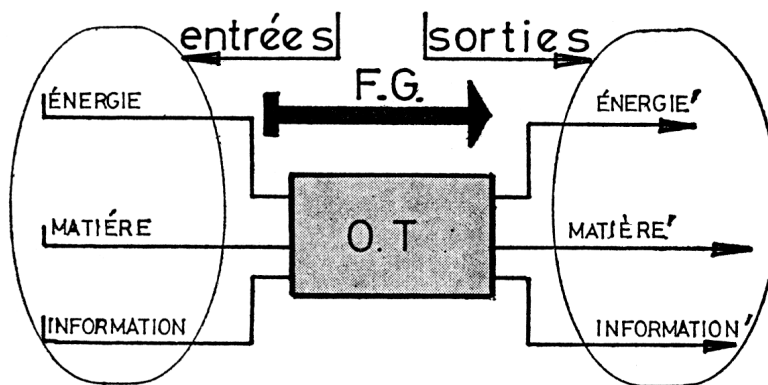
<sup>7</sup> Au-delà du fait que ce soit un composant, les élèves le rencontrent fréquemment sur les machines-outils.

masse et de la dimension des impuretés à retenir<sup>1</sup>. C'est seulement après avoir pris en compte tous ces éléments qu'il est possible de définir la « *fonction globale* » de l'objet, c'est-à-dire la « *relation qui transforme, au niveau de la matière d'œuvre, la situation initiale S0 en situation finale S1.* ». Les auteurs ne proposent pas de phrase pour formuler la fonction globale. C'est une représentation graphique, un tableau ou un schéma (annexe 9-24)<sup>2</sup>, qui permet de symboliser la fonction globale.

Ainsi définie, « *la notion de fonction globale n'est pas réductible aux notions vagues de but, rôle, usage* » (p. 15). Cependant, comme l'indiquent les auteurs, professeurs d'ENNA, pour conserver tout son sens à la notion de fonction globale, il est impératif qu'il y ait homogénéité entre la matière d'œuvre d'entrée et la matière d'œuvre de sortie. Il reste alors à définir la nature de cette matière d'œuvre et par là même à définir « *les grandes classes d'objets* ». C'est ainsi que les auteurs définissent les systèmes à matière d'œuvre « *matérielle* », « *énergétique* » ou « *informationnelle* ». Ils proposent alors un modèle graphique novateur que l'on peut qualifier de fondamental. Le schéma résume à lui seul les fruits de plusieurs années de recherches et d'essais pour présenter de manière synthétique et complète la première étape de l'analyse fonctionnelle :

« *L'étude la plus générale des systèmes techniques, peut, sans référence à l'organisation interne de l'opérateur technique, se décrire à partir des termes d'Entrée et de Sortie et des paramètres : Énergie, Matière et Information.* » (annexe 9-25, fig. 9-3 *infra*)<sup>3</sup>.

L'objet technique (OT) se représente alors sous la forme d'une « boîte noire », terme suggéré par Jean Ribérol (1968)<sup>4</sup>. Ce modèle retrouve une nouvelle jeunesse dans les années 2000 (annexe 9-26)<sup>5</sup> avec l'introduction de l'enseignement des sciences de l'ingénieur au lycée.



**Figure 9-3 : un modèle pour l'étude des objets techniques (Chabal et al., 1973)**

<sup>1</sup> La notion de cahier des charges, dont la définition de ces paramètres fait partie, n'existe pas en 1973.

<sup>2</sup> Annexe 9 : représentation de la fonction globale à l'aide d'un tableau ou d'un schéma.

<sup>3</sup> Annexe 9 : modèle pour l'étude des systèmes techniques.

<sup>4</sup> Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31.

<sup>5</sup> Annexe 9 : la méthode SIEM. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les systèmes pluritechnologiques. Hamon Christian (2007). *La méthode SIEM. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les systèmes pluritechnologiques.*

Ainsi, le problème posé par la première étape de l'analyse technique d'un objet « *quel est le but à atteindre, le besoin à satisfaire, la fonction à assurer ?* » (Jean Guillon, 1965)<sup>1</sup> trouve-t-il une véritable méthode de résolution : délimiter une frontière pour isoler l'objet à étudier, identifier la nature des entrées et des sorties, définir la (les) matière(s) d'œuvre entrante(s) et sortante(s), puis schématiser la fonction globale (annexe 9-27)<sup>2</sup>.

C'est alors que la schématisation sous forme de boîte noire se développe. La boîte noire représente l'objet à étudier. Ce concept permet d'étudier l'objet uniquement d'un point de vue externe. Seuls comptent les changements subis par la matière d'œuvre, la différence entre ce qui sort et ce qui entre. La manière dont cela se passe à l'intérieur, c'est-à-dire les solutions constructives, est sans importance. La représentation de la fonction de l'objet ou de l'objet lui-même devient une préoccupation même si l'idée d'un modèle standard n'est pas encore à l'ordre du jour. Jusqu'au début des années 1980 (annexe 9-28)<sup>3</sup>, des auteurs (Lucien Géminard, 1970<sup>4</sup>, Joël de Rosnay, 1975<sup>5</sup>), des éditeurs de manuels (Dunod, 1975<sup>6</sup>, Foucher, 1980<sup>7</sup>, Hachette, 1979<sup>8</sup>) présentent différentes versions. Des sujets de concours proposent également un modèle différent (concours général de construction en 1974<sup>9</sup>, concours interne du certificat d'aptitude à l'enseignement technique en 1978<sup>10</sup>).

Mais lorsque que l'on ouvre la « boîte noire » le problème change de nature, il s'agit alors en passant la frontière de s'intéresser à l'intérieur de l'objet (annexe 9-29)<sup>11</sup>, soit pour l'étudier, soit pour le concevoir.

### **9.5.3 L'objet technique, vu comme un agencement de fonctions, fonctions techniques et chaînes de composants**

L'analyse fonctionnelle s'installe progressivement dans les méthodes d'analyse des objets, y compris lors de l'étude de fabrication (annexe 9-30)<sup>12</sup> (Marcel Postic, 1971)<sup>13</sup>. Lors, il devient nécessaire de s'intéresser à l'organisation interne de l'objet. Ainsi, Yves Deforge<sup>14</sup>, dans la réflexion qu'il mène sur l'éducation technologique, s'intéresse-t-il à la conception d'un « *produit technique* » en tant que « *résultat d'une réflexion logique au*

---

<sup>1</sup> Guillon Jean (1965). L'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 117, 11-14.

<sup>2</sup> Annexe 9 : les étapes pour définir la finalité d'un objet technique.

<sup>3</sup> Annexe 9 : relation technologique, objet technique, système et fonction globale, un modèle de représentation qui se cherche.

<sup>4</sup> Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod.

<sup>5</sup> De Rosnay Joël (1975). *Le macroscopie vers une vision globale*. Paris : Seuil.

<sup>6</sup> Le Borzec Robert, Lotterie Jean (1975). *Principes de la théorie des mécanismes*. Paris : Dunod.

<sup>7</sup> Butin R., Pinot M. (1980). *Fabrications mécaniques : technologie*. Paris : Foucher.

<sup>8</sup> Bert R., Dupinian C., Jambon P., Tranchant Y. (1979). *Construction mécanique niveau 1*. Paris : Hachette.

<sup>9</sup> MEN (1974). Ministère de l'Éducation nationale. Concours général de construction de la classe de terminale E. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45. (p. 42).

<sup>10</sup> MEN (1978). Ministère de l'Éducation nationale. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur) concours interne session 1978. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 215, 37-38.

<sup>11</sup> Annexe 9 : la frontière permet de délimiter la zone d'étude. Chabal Jean, De Preester Roger (1974). *Enseignement de la construction mécanique. Dessin et technologie, niveau 1, fascicule B*. Paris : Foucher.

<sup>12</sup> La place de l'analyse fonctionnelle dans l'étude de fabrication.

<sup>13</sup> Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, Professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes*. Paris : Foucher.

<sup>14</sup> Deforge Yves (1970). *L'éducation technologique. Préface du recteur Jean Capelle*. Paris : Casterman.

niveau de l'agencement des fonctions, et technologique au niveau des organes réalisant les fonctions » (p. 78). Il résume dans un tableau « les différentes phases de l'étude d'un produit depuis le problème posé jusqu'à la fabrication de l'objet » (annexe 9-31)<sup>1</sup>. Les trois premières phases sont des phases de recherche au cours desquelles la notion de fonction est centrale. Deforge décrit une production d'un objet technique (p. 83) tributaire de données et de contraintes dont l'ensemble constitue les conditions du problème à résoudre. Dès lors, une ou plusieurs fonctions de principe doivent être remplies pour atteindre le but fixé et parvenir à un résultat. Après les avoir définies, il propose un modèle graphique de l'intérieur de l'objet qui met en évidence un ensemble de contraintes externes et de fonctions internes en relation (annexe 9-32, fig. 9-4)<sup>2</sup>.

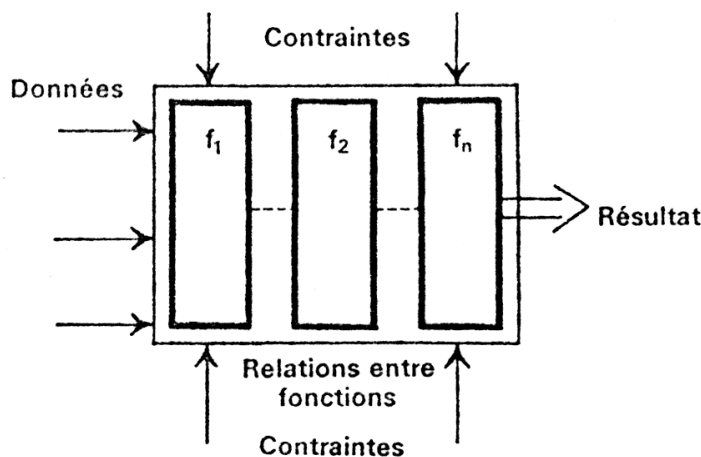


Figure 9-4 : modèle fonctionnel d'un objet technique (Deforge 1970)

Mais ce modèle reste très général. Dans le même registre, Lucien Géminard préfère les études de cas. Il s'appuie sur un exemple de « projet d'appareil » (Lucien Géminard, 1970, p. 212 et sqq.) pour décrire les principales étapes de la démarche de conception d'un objet. Parmi celles-ci, la première phase consiste en la détermination des « grandes fonctions techniques indispensables » pour que l'appareil puisse fonctionner. Il en propose une représentation graphique dans laquelle ces « fonctions techniques principales », symbolisées par des rectangles, sont reliées entre elles par des liaisons modélisées par des flèches. Cette représentation forme une « chaîne verticale » représentative de l'organisation interne de l'objet (fig. 9-5 *infra*, annexe 9-33.)<sup>3</sup>. Ensuite, chaque fonction technique principale est développée, toujours graphiquement, sous forme de chaînes horizontales elles-mêmes représentatives de l'agencement des fonctions techniques de base. Lucien Géminard inaugure la représentation sous forme de chaînes fonctionnelles. L'ensemble constitue la « représentation graphique de l'organisation logique de l'objet à concevoir [et] sert de guide pour éviter, dans l'avant-projet, des oublis qu'une méthode tout intuitive peut entraîner. » (p. 213). Le concours

<sup>1</sup> Annexe 9 : les différentes phases de l'étude d'un produit depuis le problème posé jusqu'à la fabrication de l'objet.

<sup>2</sup> Annexe 9 : l'objet technique : des contraintes et des fonctions de principes en relation.

<sup>3</sup> Annexe 9 : représentation d'un objet sous forme de chaînes fonctionnelles



général de construction de 1974<sup>1</sup> propose un schéma mixte sous forme d'organigramme où se mélangent fonctions, composants et matière d'œuvre (annexe 9-34)<sup>2</sup>.

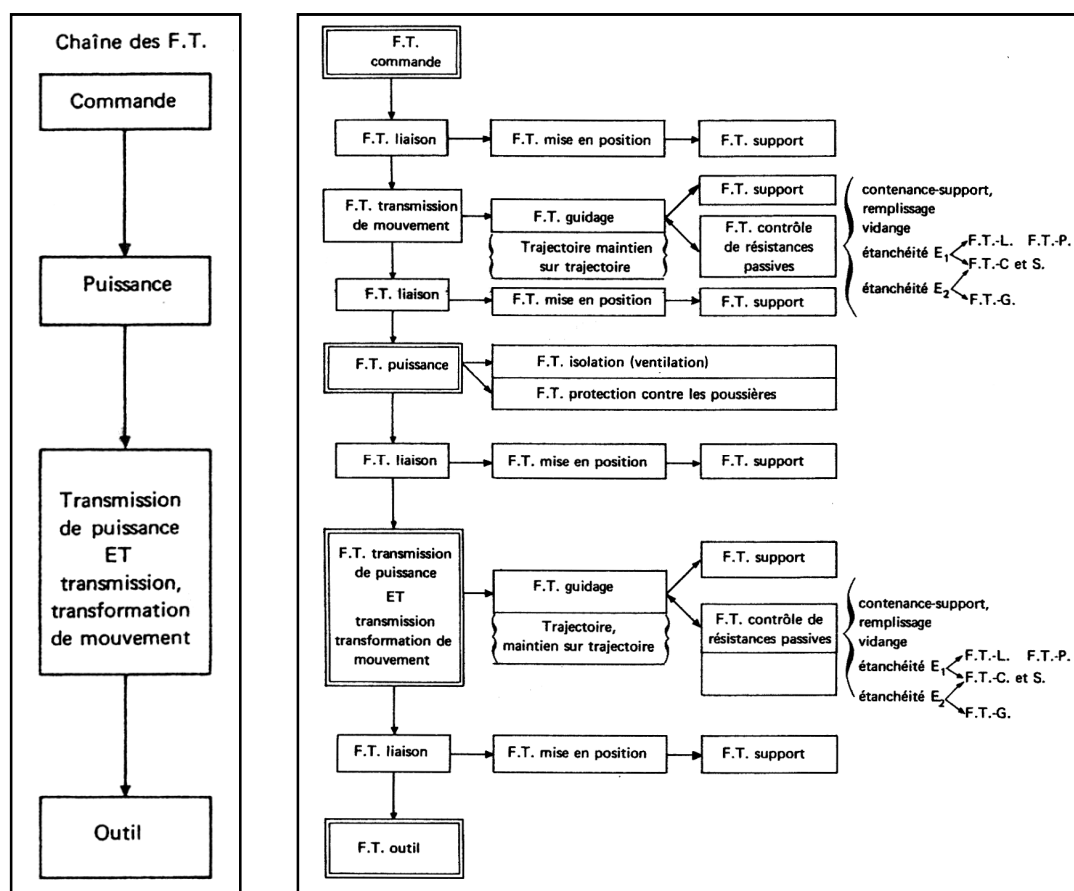


Figure 9-5 : représentation d'un objet sous forme de chaînes fonctionnelles (Géminard, 1970)

#### 9.5.4 Fonctions principales, de la fonction au cycle de fonctionnement de l'objet

Un autre type de représentation d'un objet technique est proposé par Jean Chabal (Chabal et al, 1973)<sup>3</sup>. Il s'appuie sur la notion de fonction principale « *corrélation qui existe entre une action (variation, changement d'état d'une donnée d'entrée) et un résultat (variation, changement d'état d'une donnée de sortie)* » (p. 22). A l'aide de cette notion, il est alors possible de représenter le fonctionnement de l'objet en décrivant l'enchaînement des fonctions principales. Trois types de représentation sont proposés par les auteurs : une représentation sous forme de dessins explicatifs, une présentation codée dans un tableau et une représentation plus abstraite à l'aide d'un graphique fonctionnel (ou schéma fonctionnel) représentatif du cycle de fonctionnement de l'objet. Apparaissent ainsi des notions fondamentales de « cycles », constitués « d'actions », de

<sup>1</sup> MEN (1974). Ministère de l'Éducation nationale. Concours général de construction des classes de première F1, F2 et F3. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45. (p. 45).

<sup>2</sup> Annexe 9 : schéma mixte sous forme d'organigramme où se mélangent fonctions, composants et matière d'œuvre.

<sup>3</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

« variations » et de « résultats ». Présenter graphiquement aux élèves le fonctionnement d'un objet technique sous forme d'un cycle est une innovation majeure qui trouvera des prolongements avec l'apparition du Grafacet quelques années plus tard (cf. § 10). Des fascicules d'exercices sont prévus<sup>1</sup> qui intègrent l'analyse dans la progression pédagogique (annexe 9-35)<sup>2</sup>. L'exemple d'un crayon à bille permet aux élèves de se familiariser avec la méthode (annexe 9-36)<sup>3</sup>. La méthode de représentation par tableau est adoptée en 1981 par Dunod<sup>4</sup> (annexe 9-37)<sup>5</sup>, éditeur de manuels, concurrent de Foucher.

### 9.5.5 Des pionniers à l'affût de la nouveauté

L'étude attentive de l'évolution des travaux sur la schématisation et l'analyse technique (cf. § 7 et 8) ou encore des productions originales des auteurs cités dans ce chapitre révèlent la construction progressive de concepts, de modes de représentation et d'un vocabulaire nouveau. Une esquisse de bilan est réalisée vers la fin des années 1970 par une équipe de professeurs de lycées d'enseignement professionnel (annexe 9-38)<sup>6</sup>. Les auteurs se lisent mutuellement et sont à l'affût des nouveautés qui paraissent. Les mathématiques modernes et la cybernétique restent une source d'inspiration. C'est ainsi que l'équipe de professeurs d'ENNA (Chabal *et al.*, 1973)<sup>7</sup> a emprunté à l'école polonaise de cybernétique (Henryk Greniewski, 1965)<sup>8</sup> un mode de représentation qu'ils qualifient de « *grande généralité* » ou de « *tableau synoptique* ». Ce mode de représentation « *permet de rendre compte, en tant que 'modèle', des phénomènes extrêmement divers : technique, économique, sociologique.* » (p. 56). Ainsi, le « *schéma d'organisation technologique* » qu'ils proposent (fig. 9-6 *infra*, annexe 9-39)<sup>9</sup> permet de représenter de façon symbolique la « *chaîne de composants* » d'un système relativement complexe. Les composants symbolisés par des « *boîtes noires* » comportent des entrées et des sorties, reliées entre elles par des flèches qui symbolisent le sens de circulation des informations et de l'énergie. Ce schéma fait apparaître les « *couplages* » et des « *boucles de rétro-actions* » à l'œuvre à l'intérieur de l'objet. Il s'agit du premier schéma fonctionnel interne d'un objet. Ce schéma permet également la « *pose d'une frontière réduite dans un but d'étude éventuelle en termes d'entrée et de sortie d'un composant* » (p. 57).

---

<sup>1</sup> Chabal Jean, De Preester Roger (1974). *Enseignement de la construction mécanique. Dessin et technologie, niveau 1, fascicule A*. Paris : Foucher.

Chabal Jean, De Preester Roger (1974). *Enseignement de la construction mécanique. . Dessin et technologie, niveau 1, fascicule B*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Annexe 9 : intégration de l'analyse dans la progression pédagogique.

<sup>3</sup> Annexe 9 : détermination et schématisation des fonctions principales

<sup>4</sup> Longeot Henri, Jourdan Laurent (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde*. Paris : Dunod.

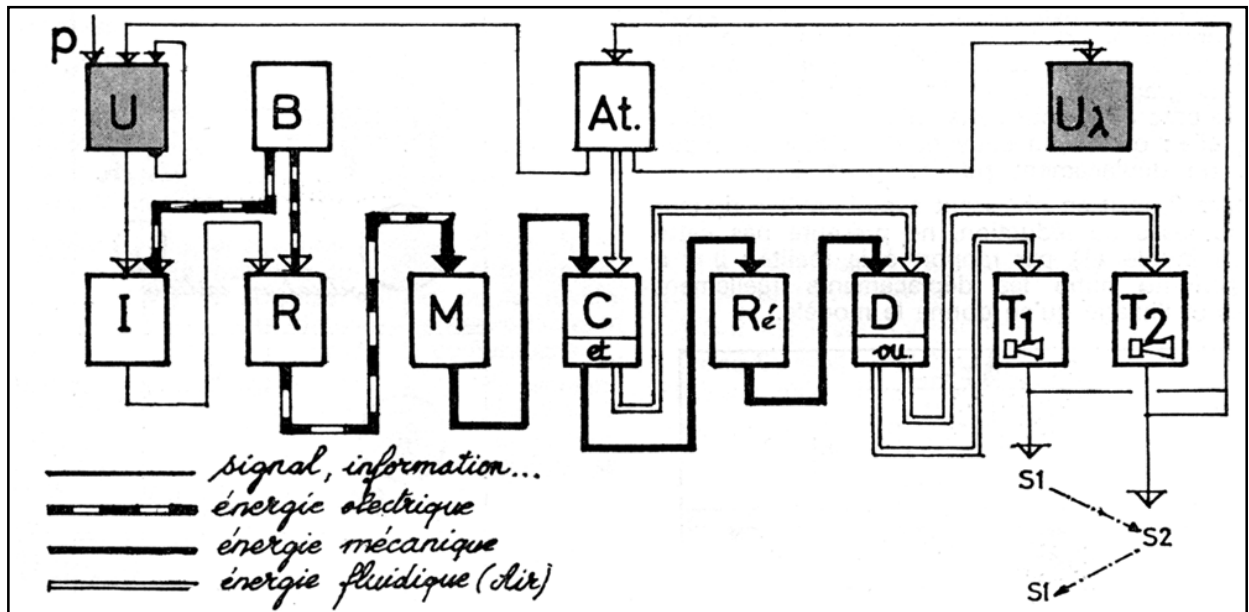
<sup>5</sup> Annexe 9 : décomposition de la fonction globale en fonctions principales.

<sup>6</sup> Annexe 9 : esquisse de bilan des concepts développés durant la décennie 1970 pour l'analyse d'objet technique (mécanisme finalisé). Calvet, Courtinot, Durand, Hugenschmitt, Perruchot (1976). *Éléments d'analyse technique (fonction d'un mécanisme finalisé). Techniques industrielles, 77, 55-58, supplément calque A 3 détachable 6-3-3-1*.

<sup>7</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Duceul René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>8</sup> Greniewski Henryk (1965). *Cybernétique sans mathématiques 1. Préface de Louis Couffignal*. Traduction de la version anglaise par le professeur Perroux. Paris : Gauthier-Villars.

<sup>9</sup> Annexe 9 : schéma d'organisation technologique général ou synoptique.



**Figure 9-6 : schéma d'organisation technologique**  
 (le premier schéma fonctionnel interne d'un objet, Chabal et al., 1973)

Cette proposition d'utilisation est particulièrement innovante. Cependant la comparaison entre les schémas de Greniewski (annexe 9-40)<sup>1</sup> et l'utilisation qui en est proposée par l'équipe de professeurs de l'ENNA révèle toute la difficulté qu'il y a à s'extraire d'un modèle. Rien n'obligeait les auteurs à représenter les entrées au-dessus et les sorties au-dessous des boîtes, ce qui vient en contradiction avec le remarquable modèle pour l'étude des objets techniques qu'ils proposent par ailleurs (cf. fig. 9.3 supra, § 9.5.2). La représentation des entrées à gauche et des sorties à droite correspond mieux à nos habitudes d'écriture et de lecture. L'introduction de ce type de schéma dans les manuels va permettre le développement de nouvelles méthodes d'analyse<sup>2</sup>, dont les auteurs de l'époque ne font que soupçonner l'importance. En effet, il est possible à partir du schéma général, en respectant certaines règles, de « condense[r] plusieurs maillons en une boîte noire de niveau supérieur » (annexe 9-41)<sup>3</sup>, procédé de représentation et d'analyse qui sera développé par Walliser (1977)<sup>4</sup> (annexe 9-42)<sup>5</sup>.

Les schémas proposés par Chabal, De Preester, Sclafer et Ducel sont également l'occasion de réintroduire l'usage de verbes d'action déclinés à l'infinitif pour décrire une fonction. Cette façon de procéder avait été proposée pour représenter la fonction globale (cf. § 8.3.5)<sup>6</sup>, mais cette fois le procédé est appliqué à un système complet (annexe

<sup>1</sup> Annexe 9 : diagrammes de couplage de systèmes.

<sup>2</sup> Ces nouvelles méthodes baptisées « analyse fonctionnelle descendante » (SADT) et « analyse systémique » sont formalisées quelques années plus tard, c'est-à-dire au milieu des années 1980.

<sup>3</sup> Annexe 9 : schéma d'organisation technologique condensé.

<sup>4</sup> Walliser Bernard (1977). *Systèmes et modèles introduction critique à l'analyse des systèmes essai*. Paris : Seuil.

<sup>5</sup> Annexe 9 : système et sous-systèmes selon Bernard Walliser.

<sup>6</sup> Marcel Postic et Tilagone G., 1968b, p. 8.

9-43)<sup>1</sup>. C'est ainsi que naissent les premiers schémas fonctionnels susceptibles de s'emboîter les uns dans les autres, qui offrent des possibilités considérables pour représenter et analyser les systèmes. Ce type de schéma préfigure la représentation de type SADT<sup>2</sup> adoptée par les électrotechniciens, ou d'analyse systémique chère aux électroniciens (cf. § 11).

Un autre exemple de sources d'inspiration se trouve au chapitre du même ouvrage (Chabal *et al.*, cf. *supra*) relatif au « schéma technologique » ou « schéma cinématiquement minimal ». Y apparaît la notion de « graphe sagittal ». Les auteurs proposent une synthèse des symboles de liaisons « n'ayant fait l'objet d'aucune décision internationale » (p. 62) à partir de sources originaires des « U.S.A., Allemagne, France » (annexe 9-44)<sup>3</sup>.

Les apports de Géminard, Deforge, Chabal et De Preester, Sclafer et Ducel trouveront chacun des prolongements ultérieurs, chaînes fonctionnelles pour Géminard, analyse descendante pour Deforge et diagramme d'état puis Grafcet et schémas fonctionnels pour Chabal et ses co-auteurs. Cependant, si des divergences apparaissent dans les méthodes proposées, il est un point sur lequel tous les novateurs s'accordent : il s'agit de la valeur culturelle de l'analyse fonctionnelle, fondement d'une nouvelle vision de la technologie (de construction).

#### **9.5.6 Des méthodes qui tendent à valider la valeur culturelle de la technologie**

Tous ces novateurs inscrivent les méthodes et les outils théoriques et pédagogiques qu'ils développent dans un ensemble qui intègre la dimension culturelle et formatrice pour l'esprit des élèves. La transcription de quelques extraits de leurs propos suffit à éclairer ce positionnement. Ainsi, Lucien Géminard (1971)<sup>4</sup>, qui ne perd jamais le fil conducteur de sa pensée d'ingénieur, résume-t-il le cheminement nécessaire à la résolution d'un problème technologique :

*« La technologie implique donc une attitude intellectuelle et une méthode qui conduit le raisonnement de l'énoncé d'une finalité au dessin et à la fabrication de pièces. Ce raisonnement se déroule en passant du choix de fonctions organiques et de phénomènes scientifiquement connus à l'agencement de fonctions techniques et à l'organisation de pièces dont certaines surfaces sont les opérateurs de ces fonctions techniques. Il s'agit donc d'un incessant mouvement qui va de l'activité la plus concrète à l'utilisation des lois scientifiques et des concepts intellectuels que l'imagination constructive décide d'utiliser. » (p. 6).*

Les méthodes et les démarches mises en œuvre pour l'enseignement de la technologie permettent l'élaboration intellectuelle des raisonnements dont parle Géminard. Marcel Postic<sup>5</sup> (1971)<sup>1</sup> précise d'ailleurs à ce sujet :

---

<sup>1</sup> Annexe 9 : schéma fonctionnel utilisant des verbes d'action déclinés à l'infinitif.

<sup>2</sup> *Structured analysis desing technique*.

<sup>3</sup> Annexe 9 : synthèse des symboles de liaisons non encore normalisées à partir de sources originaires des U.S.A., d'Allemagne et de France.

<sup>4</sup> Géminard Lucien (1971). La technologie, l'enseignement de la technologie en France. Conférence du 9 avril 1970, Institut pédagogique national. *Technique Art Science*, 6, 3-12.

<sup>5</sup> Marcel Postic est sorti de l'ENSET en 1956.

« Du point de vue psychopédagogique, la méthode de réflexion technique a pour but de permettre à l'élève qui se trouve placé devant une situation déterminée, non de retrouver une réponse toute faite, une recette stéréotypée puisée dans un répertoire de réponses, mais d'élaborer une solution ajustée. [...] Il faut donner aux élèves une souplesse, une flexibilité d'esprit qui leur permette de savoir définir les éléments d'un problème, de les ordonner, de découvrir des directions de recherche, de mener un raisonnement, et enfin de juger avec sûreté et justesse, décider, c'est-à-dire opter consciemment pour un mode d'action. » (p. 37).

De la même façon, Claude Masson (1977)<sup>2</sup>, inspecteur de l'enseignement technique à Limoges (87), résume tout le bien qu'il trouve dans la démarche technologique :

« Les processus d'acquisition, par l'observation, l'expérimentation, l'analyse, puis la synthèse, constituent un entraînement à la logique. Cet entraînement à la logique est aussi fondamental que le niveau de connaissance pour la résolution de problèmes opératoires. » (p. 26).

Ainsi, la technologie apparaît-elle comme la matière qui, au sein du triptyque de l'enseignement technique (dessin, technologie, atelier), est la plus à même de permettre une reconnaissance à l'enseignement technologique, et, pourquoi pas, de lui permettre d'atteindre la dignité que confère le titre de discipline scolaire à part entière.

Mais c'est Jean Chabal, Roger De Preester, Jean Sclafer et René Duceul (1973)<sup>3</sup>, qui, sans doute, synthétisent le mieux le sentiment partagé par une nouvelle génération de défenseurs d'un humanisme technique :

« Parmi tous les exercices pédagogiques que l'on peut proposer aux adolescents, en trouvera-t-on un de plus complet et de plus formateur, de plus 'hominisant' que l'analyse fonctionnelle de l'objet technique en tant que médiateur pour la satisfaction d'un besoin d'action clairement présent dans le groupe maître-élèves ? » (p. 10).

De son côté, Jean Vidal (1977)<sup>4</sup>, ancien des Arts et Métiers et professeur à l'ENSAM, s'intéresse à l'avenir de la technologie dont il prône « le développement d'une structure de mise en œuvre ». Ses réflexions reflètent les évolutions pédagogiques et les ambitions de l'élite de feu l'enseignement technique. Il propose ainsi de passer de la technologie à la méthodologie. Pour lui, la méthodologie « structure d'élaboration de la décision, qui conditionne la création » est à l'esprit ce que la technologie « structure d'élaboration qui conditionne la productivité » est à la matière. La fonction de l'ingénieur est d'« induire le processus optimum de gestation d'un produit » par la mise en œuvre des fonctions méthodologiques « Décider-Communiquer-Ordonnancer » et « Observer-

---

<sup>1</sup> Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, Professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes.* Paris : Foucher

<sup>2</sup> Masson Claude (1977). La démarche technologique. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique.* 7/8, 25-33.

<sup>3</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Duceul René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique.* Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Vidal Jean (1977). Éléments de réflexion sur l'émergence de la méthodologie et son rapport avec la pédagogie. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique.* 9/10, 27-31.

*Analyser-Simuler* ». On n'est pas loin ici des compétences terminales visées par les programmes de sciences de l'ingénieur du cycle terminal de la série scientifique du baccalauréat de 2011 (annexe 9-45)<sup>1</sup> « *Analyser, communiquer, modéliser expérimenter* ».

La fin des Trente Glorieuses et le développement des automatismes vont donner un nouvel élan à l'enseignement de la technologie. La mécanique va, pour un temps encore, occuper le devant de la scène de l'enseignement technologique. Les méthodes développées vont pénétrer dans les salles de classes et l'analyse fonctionnelle, invention de l'école, va bientôt être reconnue par des organismes de normalisation tels que l'AFNOR<sup>2</sup>. Une nouvelle étape dans la dynamique de transformation de l'enseignement technologique est franchie.

---

<sup>1</sup> Bulletin officiel spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique. Annexe. [http://media.education.gouv.fr/file/special\\_9/21/7/sciences-ingenieur\\_155217.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_9/21/7/sciences-ingenieur_155217.pdf)

<sup>2</sup> Association française de normalisation.

## 10. 1979-1984, l'intégration de la technologie au lycée – Le paradigme des systèmes automatisés

À son arrivée au ministère de l'Éducation nationale, après un long parcours comme directeur général des usines de fabrication automobile Renault<sup>1</sup>, puis comme ministre du travail de 1976 à 1978, Christian Beullac<sup>2</sup> constate le semi-échec de la mise en place du collège unique. En effet, seuls 75 % des 810 000 élèves sortant de classe de cinquième (hors redoublants) sont admis en quatrième<sup>3</sup>. Cependant l'unification du système scolaire provoque l'arrivée d'un nouveau public dans les lycées. Christian Beullac initie le rapprochement de l'école et de l'entreprise et instaure des séquences éducatives en entreprise pour les élèves des lycées d'enseignement professionnel (LEP). Il annule la réforme du baccalauréat prévue par son prédécesseur<sup>4</sup>, René Haby, mais implante dans les lycées généraux et techniques la seconde de détermination, dite indifférenciée. Une option permet alors à tous les élèves de seconde qui le désirent l'accès à un enseignement de technologie sans pour autant s'engager de manière définitive vers ce type d'enseignement.

Ces changements s'inscrivent dans un contexte où l'évolution rapide des technologies, électronique, informatique, automatique, provoque des bouleversements majeurs, notamment dans l'industrie mécanique avec le développement sans précédent des unités de production automatisée. Nombreuses sont les propositions relatives à l'enseignement, avancées dans l'imposant rapport sur la mécanique (1980)<sup>5</sup> commandé par le président de la République, et alors reprises et mises en place.

En 1981, le nouveau gouvernement accorde sa priorité à la recherche et la technologie<sup>6</sup> et organise un débat national sur ce thème<sup>7</sup>. Les thèses de la « *culture technique pour tous* » ou « *pour l'intégration des techniques dans la culture* » (voir Joël Lebeaume à paraître)<sup>8</sup> trouvent enfin des échos favorables. La période est propice aux bilans et à la réflexion. Alain Savary<sup>9</sup>, nouveau locataire de la rue de Grenelle, confie à Louis Legrand le soin d'analyser la situation du collège qu'il juge catastrophique. Le rapport rendu en 1983<sup>10</sup> pose alors clairement « *le problème de la place de l'enseignement technique au collège* » et prône « *la pédagogie de projet* ». La même

<sup>1</sup> Christian Beullac. *Un patron dans l'Éducation 1978-1981*. Journée d'études organisée le 3 juillet 1996 à Paris (Sorbonne). Témoins et acteurs des politiques de l'Éducation. 1998. INRP : CNDP.

<sup>2</sup> Ministre de l'Éducation nationale du 5 avril 1978 au 22 mai 1981.

<sup>3</sup> 12 % environ sont dirigés sur des classes pré-professionnelles de niveau (CPPN) ou des classes préparatoires à l'apprentissage (CPA) et 13 % préparent un CAP. Journal de l'année. Édition 1980. Du 1<sup>er</sup> juillet 1979 au 30 juin 1980. [http://www.larousse.fr/archives/journaux\\_annee/1980/310/education](http://www.larousse.fr/archives/journaux_annee/1980/310/education)

<sup>4</sup> Qui prévoyait un retour au baccalauréat en deux parties. C'est la fin des baccalauréats expérimentaux très contestés.

<sup>5</sup> Académie des sciences. (1980). Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France. Rapport au président de la République. Paris : La Documentation française.

<sup>6</sup> Le ministère de la recherche et la technologie est confié à Jean-Pierre Chevènement, nommé ministre d'État, jusqu'à ce que celui-ci devienne ministre de l'Éducation nationale le 19 juillet 1984 et ce, jusqu'au 20 mars 1986.

<sup>7</sup> Ministère de la recherche et de la technologie (1982). Recherche et Technologie. Actes du colloque national 13 – 16 janvier 1982. Paris : La Documentation française.

<sup>8</sup> Lebeaume Joël (à paraître). Sciences et technologie dans la scolarité obligatoire : une coexistence discutée.

<sup>9</sup> Ministre de l'Éducation nationale du 22 mai 1981 au 19 juillet 1984.

<sup>10</sup> Legrand Louis (1983). *Pour un collège démocratique*. Rapport au ministre de l'Éducation nationale. Paris : La Documentation française.

année est créée une « *Commission permanente de réflexion sur l'enseignement de la technologie* » (COPRET). Le ministre en confie la responsabilité à Lucien Géminard. Le rapport de la Commission<sup>1</sup> remis en 1984 inspire les programmes de technologie mis en place en 1985 au collège et met en débat des objectifs pour le lycée.

Mais dès 1981, les contenus des programmes des nouvelles options d'enseignement technologique de la classe de seconde sont validés par le nouveau ministre Alain Savary. Ces programmes laissent une large place à l'étude des systèmes automatisés, obligeant les pédagogues à inventer de nouveaux outils d'analyse. Ils trouvent des prolongements en 1982 et 1983 en classes de première et terminale du baccalauréat E. En 1984, l'enseignement de la technologie de construction est étendu à l'ensemble des classes préparatoires aux grandes écoles. Ainsi, en quelques années, les structures, les contenus et les méthodes d'enseignement de la technologie connaissent-ils un renouveau.

Cette période de transition marque le début de l'intégration de la technologie au lycée et prépare des changements plus profonds encore.

## **10.1 Mécanique, productique, automatisme, des convergences réussies**

La mécanique connaît à la fin des années 1970 une période de transition marquée par des évolutions majeures, notamment l'irruption de l'informatique dans le milieu industriel manufacturier. Ce pilier de l'enseignement technologique est l'objet de toutes les attentions. Il doit prendre le virage de la productique et de l'automatisation.

### **10.1.1 De la mécanique aux sciences pour l'ingénieur**

En 1979, Le président de la République, Valéry Giscard d'Estaing, reconnaissant que « *les sciences et les industries mécaniques ont une importance considérable pour le développement scientifique, technique et industriel* » commande un rapport à l'Académie des sciences afin de « *faire le bilan des capacités de la France dans les sciences mécanique, de manière à mettre en lumière les forces et les faiblesses de notre pays en cette matière et de proposer les moyens propres à tirer parti des unes et des autres* ».

La mécanique est la première activité du pays en volume. Ainsi la relation science et industrie vient sur le devant de la scène car comme le précise le rapport, « *ces deux domaines interagissent fortement en ce sens que des progrès dans le domaine scientifique se répercutent dans le domaine industriel et réciproquement* » (p. 76). Le rapport dresse un état des lieux des différentes industries mécaniques et des différents établissements scolaires qui dispensent des formations intéressant les sciences et la mécanique, des lycées d'enseignement professionnel aux écoles d'ingénieurs. Parmi ses propositions, le rapport préconise de « *remodeler l'enseignement technique et de l'intégrer au système des études classiques* » tout en lui conservant sa spécificité. Pour combattre les préjugés, qui présentent l'enseignement technique comme un système d'enseignement de statut mineur vers lequel sont orientés les élèves les moins doués, les rapporteurs proposent de mener des actions en direction de l'opinion publique. Cela doit passer par une information des jeunes et des familles sur les débouchés offerts par la

---

<sup>1</sup> Levrat René (1992). *Technologie, textes de références*. Sèvres : CIEP.



mécanique, y compris aux plus hauts niveaux (écoles d'ingénieurs et recherche). Dans l'intérêt du pays, il faut développer l'enseignement de la mécanique, donner davantage de moyens à la recherche et valoriser les carrières des personnes travaillant « en mécanique » pour attirer davantage de jeunes, y compris les filles, vers ces métiers. Sur le plan pédagogique, le rapport recommande la promotion d'une pédagogie qui, partant du concret, procède par « *de multiples allers et retours entre concret et abstrait* ». Au niveau des classes préparatoires, le rapport juge nécessaire de confier l'enseignement de la mécanique (générale, statique et cinématique appliquée) à des agrégés de mécanique, de le développer en l'associant au dessin technique afin de réduire le caractère abstrait de la préparation aux grandes écoles. L'objectif est de « *développer l'enseignement de la mécanique dans la perspective d'une science pour l'ingénieur* » (p. 543).

Dans le secteur productif, le temps est révolu où la maîtrise des techniques d'usinage est suffisante. Pour faire face à la complexité croissante des processus de production, l'ingénieur et le technicien des métiers de la mécanique doivent posséder des connaissances élargies notamment en informatique.

### **10.1.2 Les automatismes au service de la productique**

La productique naît au début des années 1980 suite à l'introduction de l'informatique dans les ateliers de productions et notamment, après l'apparition des fraiseuses à commande numérique de nouvelle génération. La commande numérique par ordinateur (CNC) avec microprocesseur fait son apparition. Comme le souligne le syndicat patronal de la métallurgie parisienne<sup>1</sup>, cette nouvelle technologie permet de répondre rapidement à la demande. En effet, grâce aux machines-outils à commande numérique (MOCN) associées aux robots, les ateliers deviennent flexibles. Les usines de production en masse de produits peu différenciés peuvent céder la place à un appareil productif capable de s'adapter aux changements de produits et aux fluctuations des volumes à produire. L'organisation flexible modifie le rôle des bureaux d'étude. L'objectif est d'obtenir des coûts plus bas, des délais plus courts, des stocks minimums et de maintenir voire d'améliorer la qualité. La productique devient un thème mobilisateur dans l'entreprise. Il est repris par l'enseignement technologique qui y voit un moyen de promouvoir les baccalauréats de technicien, de mécanique notamment. En effet, le développement de la productique nécessite une main-d'œuvre de techniciens très qualifiée maîtrisant à la fois l'usinage et les automatismes. Dans ce contexte, l'industrie de la machine-outil est un « *secteur sensible de l'industrie française* » (Gérard Podevin, 1986<sup>2</sup>). En 1981, le plan machine-outil s'accompagne du lancement d'un programme d'innovation technologique visant à développer les investissements en recherche-développement des entreprises et la recherche collective. A cet effet, deux pôles technologiques sont créés. Le premier, Promotec, regroupe le Centre d'études et de recherches sur la machine-outil (CERMO), l'École nationale supérieure des Arts et métiers (ENSAM), le Centre technique des industries mécaniques (CETIM) et l'École centrale. Le second, « Productec » (en 1984), coordonne les efforts de l'Agence nationale pour le développement de la production automatisée (ADEPA) et de l'École normale supérieure

---

<sup>1</sup> Collectif (1986). *Vers une maîtrise sociale du parcours productique*. Groupe des industries métallurgiques de la région parisienne

<sup>2</sup> Podevin Gérard. (1986). Renaissance d'un secteur : les mutations structurelles et relationnelles dans la machine-outil à métaux. *Formation Emploi*, 153, 33-43.

de l'enseignement technique (ENSET)<sup>1</sup>. Cette collaboration entre la recherche et l'industrie, initiée au milieu des années 1970 par l'Association française pour la cybernétique économique et technique (AFCET), une association dédiée aux automatismes, donne naissance quelques années plus tard à une méthode d'élaboration rigoureuse d'un cahier des charges<sup>2</sup>, le GRAFCET (Graphe de commande étape transition).

### 10.1.3 Les automatismes et les diagrammes fonctionnels de type GRAFCET

Après le développement de l'automatisation dans l'industrie (Georges Friedmann, 1958)<sup>3</sup>, les travaux de recherche industrielle se déroulent en ordre dispersé. Aucune unité de vue n'existe entre le concepteur et l'industrie utilisatrice de machines automatiques. Un des problèmes majeurs réside dans la description du besoin auquel doit satisfaire l'automatisme. Cette exigence d'harmonisation aboutit à la création, en 1975, d'une « commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automatisme logique » dans le cadre du groupe de travail « systèmes logiques » de l'Association française pour la cybernétique économique et technique (AFCET) (Michel Blanchard, 1979)<sup>4</sup>. En effet, seule la définition d'un cahier des charges rigoureux peut permettre d'obtenir un automatisme conforme au désir du client<sup>5</sup>, et pourquoi pas, une réalisation effective dépassant ses espérances (annexe 10-1)<sup>6</sup>. Cette période est marquée par le développement des automates programmables industriels (API), ce qui rend d'autant plus urgent une normalisation. Yves Tournier (1977)<sup>7</sup>, ingénieur à La Télémécanique et responsable du développement commercial des automates programmables propose une ébauche de représentation graphique d'une machine commandée par un API (annexe 10-2)<sup>8</sup>. Il décrit simplement ce nouvel outil d'automatisme :

*« ... dispositifs électroniques dont le fonctionnement est défini par un programme [...] leur emploi ne requiert pas de connaissances en informatique. Ils réalisent des commandes de types logiques et séquentiels dans les usines, près des machines, c'est-à-dire dans une ambiance dite industrielle. » (p. 27).*

En 1977, l'AFCET rend son rapport<sup>9</sup>. Elle présente la philosophie sur laquelle repose l'élaboration du cahier des charges d'un automatisme à l'aide d'un schéma très simple :

---

<sup>1</sup> Le laboratoire universitaire de recherche en production automatisée (unité de recherche LURPA) est créé en 1981 pour la formation à la recherche des futurs professeurs et la préparation de thèses.

<sup>2</sup> « Ensemble des clauses imposées à l'adjudication d'un marché de travaux ou de fournitures... » selon le *Nouveau Petit Larousse* (1968). Dictionnaire encyclopédique pour tous. Paris : Larousse.

<sup>3</sup> Friedmann Georges (1958). L'Automation. Quelques aspects et effets psycho-sociologiques. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 4, 625-638.

<sup>4</sup> Blanchard Michel (1979). *Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET*. Toulouse : Cepadues.

<sup>5</sup> Le client est soit une entreprise de production, soit un service à l'intérieur d'une entreprise.

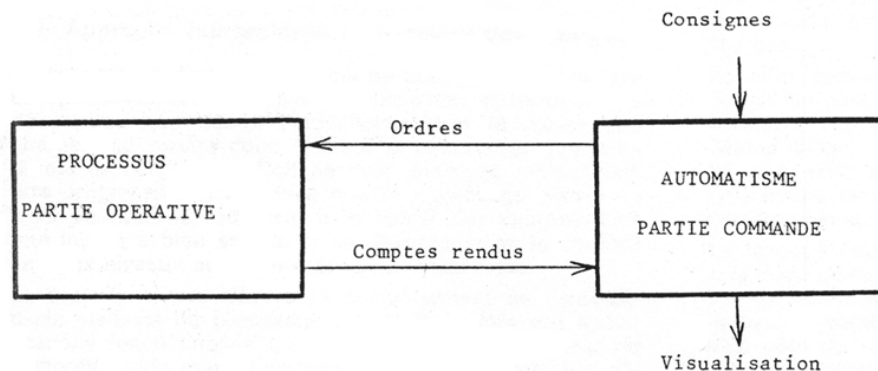
<sup>6</sup> Annexe 10 : utilité d'un cahier des charges.

<sup>7</sup> Tournier Yves (1977). Philosophie et domaine d'emploi des automates programmables. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 204, 27-29.

<sup>8</sup> Annexe 10 : représentation graphique d'une machine commandée par un automate programmable industriel (API).

<sup>9</sup> Tourres L. (1977). Rapport final de la commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automatisme logique. Rédigé par Tourres, directeur du service étude et réseau EDF. AFCET. Groupe de travail AFCET « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22.

« Un système peut se décomposer en deux parties qui coopèrent : l'une est dite partie opérative et l'autre partie commande » (fig. 10.1, annexe 10-3)<sup>1</sup>.



**Figure 10-1 : schéma fonctionnel d'un système automatisé, partie opérative, partie commande (AFCET, 1977)**

Pour rédiger un cahier des charges, l'AFCET met au point un outil graphique : le GRAFCET (graphe de commande étape transition)<sup>2</sup> est né. Le GRAFCET utilise un symbolisme graphique qui permet de décrire sans ambiguïté le fonctionnement d'un système automatisé. Il est appelé à un grand avenir. Le principe repose sur l'idée simple qu'un processus peut être décrit par l'enchaînement « d'étapes » auxquelles sont associées les actions que le système automatisé doit effectuer et des « réceptivités » ou « transitions », états du système, qui conditionnent le passage d'une étape à l'étape suivante (annexe 10-4)<sup>3</sup>.

Dans la foulée du rapport de l'AFCET, est créée l'ADEPA (Agence nationale pour le développement de la production automatisée), au sein de laquelle un nouveau groupe de travail baptisé « Automatisation séquentielle » se donne pour mission d'obtenir la normalisation du GRAFCET<sup>4</sup>. En 1979, l'ADEPA présente les résultats de ce groupe de travail<sup>5</sup>. Elle édite un document dans lequel la philosophie « *partie commande - partie opérative*<sup>6</sup> » est confirmée<sup>7</sup> (annexe 10-5)<sup>8</sup>. Un exemple complet de réalisation d'un système automatisé à partir d'une presse industrielle automatisée (repris par

<sup>1</sup> Annexe 10 : un schéma fondamental pour symboliser la philosophie sur laquelle repose la présentation du cahier des charges d'un automatisme.

<sup>2</sup> L'acronyme est choisi proche de celui de l'AFCET en hommage au travail de cette association qui a fait travailler ensemble industriels et chercheurs.

<sup>3</sup> Annexe 10 : premier formalisme (emprunté aux réseaux de Pétri) pour représenter le cahier des charges d'un automatisme sous forme de diagramme fonctionnel (GRAFCET).

<sup>4</sup> Les symboles graphiques notamment, empruntés aux réseaux de Pétri, ne permettent pas d'affirmer l'originalité du GRAFCET.

<sup>5</sup> ADEPA (1979). « Le GRAFCET », diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26.

<sup>6</sup> Dans l'industrie le terme partie puissance est préféré à partie opérative.

<sup>7</sup> C'est l'occasion de modifier le schéma et de représenter le système selon un sens de lecture plus en rapport avec le fonctionnement, c'est-à-dire avec la partie commande à gauche et la partie opérative à droite.

<sup>8</sup> Annexe 10 : philosophie partie commande, partie opérative (la représentation à gauche de la partie commande est plus judicieuse).

Télémechanique<sup>1</sup>, annexe 10-6)<sup>2</sup> y est développé. L'ADEPA propose un formalisme graphique original pour présenter les diagrammes fonctionnels. Les cercles utilisés initialement pour représenter les étapes y sont remplacés par des rectangles. Ce formalisme permet de décrire le fonctionnement de la machine selon deux niveaux, le premier privilégie l'aspect fonctionnel (descente de la matrice, évacuation de la pièce, etc.), tandis que le second indique, sous forme de repères, les composants mis en œuvre dans la machine (b-, E, LT<sub>1</sub>, etc.). La base graphique des deux niveaux est identique, seul le texte contenu dans les rectangles diffère (description des fonctions ou description des composants) (annexe 10-7)<sup>3</sup>.

Deux années supplémentaires seront ensuite nécessaires pour faire adopter la normalisation du GRAFCET par l'AFNOR en novembre 1981. La norme est publiée en juin 1982 sous la référence « NF C 03-190 »<sup>4</sup>. Un nouveau schéma fait apparaître dans le système l'opérateur humain à côté des parties commande et opérative (annexe 10-8)<sup>5</sup>. Il donnera lieu à d'importantes extensions de la part des pédagogues (cf. *infra* § 10.5). La norme précise le rôle respectif des parties opérative et commande :

« *Un système automatisé se décompose en deux parties indépendantes :*

- *la partie opérative est le processus à automatiser*
- *la partie commande est l'automatisme qui, en fonction des 'ENTREES' (informations externes venant de la partie opérative, consignes extérieures, etc.) élabore en 'SORTIES' des ordres externes destinés à la partie opérative ou à des éléments extérieurs. »*

Une fois ce travail achevé, une commission GRAFCET continue de travailler au sein du GREPA (groupe équipement de production automatisé) et développe de nouveaux concepts<sup>6</sup>. Le GRAFCET est consacré en 1988, sous le nom de *Séquentiel Function Chart* (SFC), par la norme internationale CEI/IEC 60848.

La création du GRAFCET en 1979 précède de peu la remise au président de la République du rapport sur « *Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France* ». Dans ce contexte, dès 1980, des mesures sont prises pour permettre à un plus grand nombre d'élèves de poursuivre des études scientifiques et technologiques. La classe de seconde, à la charnière entre le premier et le second cycle du second degré, apparaît comme décisive dans un tel dispositif.

---

<sup>1</sup> Télémechanique (1979). Mode de représentation d'un cahier des charges d'un automatisme industriel Le GRAFCET. *Télécontact*, 128, 2-8.

<sup>2</sup> Annexe 10 : schématisation d'une presse industrielle automatisée selon la philosophie partie commande, partie opérative.

<sup>3</sup> Annexe 10 : GRAFCET de niveaux 1 et 2 d'une presse industrielle automatisée, échange d'information entre les parties opérative et commande.

<sup>4</sup> AFNOR (1982). *Schémas, diagrammes, tableaux. Norme NF C 03-190. Juin 1982. Diagramme fonctionnel GRAFCET pour la description des systèmes logiques de commande. Adopté le 20 novembre 1981.* Paris : AFNOR.

<sup>5</sup> Annexe 10 : représentation d'un système automatisé selon la norme NF C 30-190.

<sup>6</sup> Forçage, macro-étapes...

## 10.2 De nouvelles réformes favorables à l'enseignement technologique

Dès la rentrée 1981, une importante réforme de structure<sup>1</sup> crée la classe de seconde de détermination. Un enseignement optionnel est proposé à tout lycéen qui le désire. Dans le même temps, des mesures sont prises pour permettre à un nombre plus élevé d'élèves des lycées d'enseignement professionnel (LEP) de rejoindre l'enseignement technologique long. Un des objectifs de ces réformes est d'attirer davantage de jeunes vers les formations scientifiques et techniques.

### 10.2.1 Une classe de seconde unique dans les lycées techniques et généraux

La particularité de la nouvelle classe de seconde dite de détermination est d'être indifférenciée. Les enseignements de français (5 heures), d'histoire, géographie et instruction civique (4 heures), de langue vivante 1 (3 heures), de mathématiques (3 heures), de sciences physiques et naturelles (4 heures) et d'éducation physique et sportive (2 heures), soit un total compris entre 19 et 21 heures, sont communs à l'ensemble des élèves de lycée technique et général (annexe 10-9)<sup>2</sup>. Une note de service<sup>3</sup> précise que la seconde de détermination est destinée aux « *élèves estimés aptes à poursuivre avec efficacité leur formation secondaire au lycée et leur ouvre la voie, en fonction de leurs goûts et de leurs capacités, vers l'enseignement supérieur ou la vie active* »<sup>4</sup>. Les goûts et aptitudes des élèves se révèlent au travers d'options qui leur sont proposées. Deux possibilités s'offrent à eux. Ils optent pour un enseignement d'initiation économique et sociale (2 heures) complété par un enseignement de langue morte ou vivante (3 à 5 heures), de gestion (5 heures), de technologie (3 heures), artistique (3 heures) ou encore une activité physique spécialisée (3 heures). L'autre possibilité leur permet de suivre un enseignement de technologie spécialisé (11 heures) appelé option lourde. Les trois options lourdes sont des enseignements de technologies industrielles, de sciences et technologies des laboratoires et de sciences médicosociales. Ces trois options trouvaient auparavant place dans les différentes secondes techniques T<sup>5</sup>. À l'issue de la seconde, une classe de première S est créée pour préparer aux classes de terminale C et D.

Mais, malgré ces aménagements, l'orientation se fait toujours à l'issue de la classe de troisième. L'option lourde « *concourt directement à l'acquisition d'une qualification professionnelle* ». Elle est obligatoire pour les élèves qui se destinent au baccalauréat E, aux baccalauréats de techniciens et aux brevets de technicien. Ainsi, seule l'option technologie non spécialisée de 3 heures apparaît comme la véritable nouveauté touchant à l'enseignement technologique industriel. Et encore. Si en théorie, elle est ouverte à tous les lycéens, dans la pratique elle est accessible uniquement dans les lycées qui disposent des équipements nécessaires, c'est-à-dire les lycées techniques (LT) ou les

<sup>1</sup> Arrêté du 31 octobre 1980. BO n° 41 du 20 novembre 1980, p. 3280. Organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

<sup>2</sup> Annexe 10 : des exceptions existent concernant les élèves qui préparent le baccalauréat de technicien musique ou l'un des 17 brevets de techniciens qui conservent une classe de seconde spécialisée (cf. liste en annexe).

<sup>3</sup> Note de service du 9 janvier 1981. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 83. Préparation de la rentrée 1981-1982.

<sup>4</sup> Pour les autres, il existe les lycées d'enseignements professionnels qui préparent aux CAP et aux BEP.

<sup>5</sup> Respectivement T1, T2 et T3.

lycées polyvalents (LPO). Cependant des conventions peuvent être conclues entre lycées pour accroître la diversité des options effectivement accessibles aux élèves. Cette organisation marque l'émergence d'une filière de l'enseignement technologique, qui ouvre les portes de l'enseignement supérieur au plus grand nombre. Des hiérarchies subsistent toutefois entre les différentes voies.

### 10.2.2 Des poursuites d'études par des voies diversifiées témoignent des hiérarchies au sein de l'enseignement technologique

La réforme de la classe de seconde est l'occasion pour l'inspecteur général de l'Éducation nationale Henri Longeot (1980)<sup>1</sup> de dresser un état des lieux de l'enseignement technologique. L'inventaire des poursuites d'études rendues possibles par les formations technologiques dispensées dans les lycées techniques après la classe de seconde permet d'établir une hiérarchie entre les trois voies qui mènent au baccalauréat technique (série E), aux six baccalauréats de techniciens de génies industriels<sup>2</sup> et aux trente quatre brevets de techniciens à dominante industrielle ou du secteur du bâtiment.

La série E du baccalauréat de l'enseignement du second degré, que Henri Longeot nomme « *série science et technique* » comporte un enseignement de mathématique et de physique-chimie identique à la série C. Le baccalauréat E ouvre donc toutes les portes de l'enseignement supérieur. Mais sa « *solide formation technologique (théorique et pratique)* » prédestine les élèves aux Arts et Métiers (ENSAM), à l'ENSET ou aux classes préparatoires technologiques T. Cette voie de l'enseignement général reste donc celle qui sélectionne l'élite de l'enseignement technologique. Elle permet également l'accès à des formations universitaires spécialisées telles que le Diplôme universitaire de technologie (DUT), la maîtrise de sciences et technique ou la maîtrise de technologie.

La possession d'un brevet de technicien (BT), dont la finalité est avant tout professionnelle, limite la poursuite d'étude immédiate au BTS (annexe 10-10)<sup>3</sup>.

Les poursuites d'étude après les baccalauréats de techniciens (BTn) sont également orientées principalement vers les brevets de techniciens supérieurs (BTS) (annexe 10-11)<sup>4</sup>. Les portes des IUT pour préparer un DUT (annexe 10-12)<sup>5</sup> leur sont également ouvertes. La possession du BTS (ou du DUT) permet de se présenter à un concours réservé à l'entrée de l'ENSET (sections B3 fabrications mécaniques et B4 génie électrique)<sup>6</sup>. Pour les élèves les moins solides, les BTS et les DUT ouvrent les portes du cycle préparatoire au CAPET (cf. 9.4.3) ou des Écoles normales nationales

---

<sup>1</sup> Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de seconde. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20.

<sup>2</sup> Génie mécanique : F1, construction mécanique et F 10, microtechnique. Génie électrique : F2, électronique et F 3, électrotechnique. Génie civil : F4, génie civil et F9, équipement technique du bâtiment.

<sup>3</sup> Poursuite d'étude pour les titulaires d'un brevet de technicien (BT) vers les brevets de technicien supérieur (BTS) de spécialité équivalente.

<sup>4</sup> Annexe 10 : liste des poursuites d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) industriel vers les brevets de technicien supérieur (BTS) de spécialité équivalente.

<sup>5</sup> Annexe 10 : poursuite d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) vers les diplômes universitaires de technologie (DUT) de spécialité équivalente.

<sup>6</sup> Arrêté du 10 décembre 1980. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 71. Recrutement à l'ENSET (section B3 et B4) de candidats titulaires du diplôme universitaire de technologie ou du brevet de technicien supérieur. Instruction n° I/80-U-1007 du 10 novembre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3341. Concours d'admission à l'ENSET – session 1981.

d'apprentissages (ENNA) pour devenir professeur de lycée d'enseignement professionnel (LEP). Les meilleurs élèves titulaires du BTn se dirigent vers les classes préparatoires technologiques TA qui leur sont réservées et qui mènent à l'ENSAM, à l'ENSET et aux grandes écoles (annexe 10-13)<sup>1</sup>. En 1979, les élèves issus des classes préparatoires technologiques TA se présentent aux concours des grandes écoles pour la première fois. Vingt places<sup>2</sup> leur sont réservées au concours d'entrée à l'ENSAM contre sept cents pour les élèves issus des classes préparatoires T. La hiérarchie est maintenue.

Enfin, des classes passerelles sont aménagées pour permettre aux élèves de lycées d'enseignement professionnel (LEP)<sup>3</sup> de rejoindre l'enseignement technologique long. Il s'agit des classes de seconde spéciales ouvertes aux titulaires du certificat d'aptitude professionnelle (CAP) reconnus aptes, et des classes de première d'adaptation<sup>4</sup> pour les élèves titulaires du brevet d'études professionnelles (BEP). À cet effet, le ministère donne à titre indicatif des correspondances entre les BEP et les diverses filières de baccalauréats de technicien (BTn) et de brevets de technicien (BT)<sup>5</sup> (annexe 10-14)<sup>6</sup>. Ainsi, un élève de lycée d'enseignement professionnel (LEP), dont le goût des études se révèle tardivement, peut, avec un parcours un peu plus long, atteindre l'enseignement supérieur et décrocher un BTS, voire pour certains, espérer entrer en classe préparatoire et gravir les plus hauts sommets. Cependant comme le précise la note de service consacrée à la rentrée scolaire 1981-1982 :

*« ... ni l'instauration arrêtée de la nouvelle organisation de la classe de seconde ni le développement annoncé des formations passerelles doivent conduire à un bouleversement des flux d'élèves dirigés d'une part vers les lycées, d'autre part vers les lycées d'enseignement professionnels. ».*

La note précise que les efforts pour « *permettre une véritable démocratisation de la formation scolaire [...] passent par une lutte contre l'échec scolaire et les sorties prématurées du système éducatif grâce à une orientation souple et positive.* »<sup>7</sup>. Cette réforme s'inscrit donc dans le mouvement général de transformation de l'organisation scolaire, initié par les réformes précédentes. Elle n'en constitue pas moins une étape sur le long chemin qui doit mener à la reconnaissance de la technologie comme discipline scolaire à part entière. Les nouveaux programmes de technologie industrielle doivent d'ailleurs concourir à cette lente évolution.

---

<sup>1</sup> Annexe 10 : liste des établissements où existent des classes préparatoires technologiques TA destinées aux titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn).

<sup>2</sup> Arrêté du 9 avril 1979. BO n° 19 du 10 mai 1979, p. 1114. Nombre de places mises en 1979 au concours portant sur les programmes des classes préparatoires scientifiques (option technologique T) et des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques de type TA pour l'admission en première année du cycle de formation d'ingénieur de l'École normale supérieure d'Arts et Métiers.

<sup>3</sup> Des classes de 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> préparatoires sont créées dans les LEP en vue de l'apprentissage.

<sup>4</sup> L'objectif est de doubler le nombre de classes de première d'adaptation.

<sup>5</sup> Note de service n° 82-202 du 13 janvier 1982. BO spécial n° 1 du 21 janvier 1982, p. 43. Préparation de la rentrée scolaire dans les lycées et les lycées d'enseignement professionnel.

<sup>6</sup> Annexe 10 : correspondances entre les BEP et les diverses filières de baccalauréats de technicien (BTn) et de brevets de technicien (BT) pour le passage en première d'adaptation.

<sup>7</sup> Note de service n° 82-022 du 13 janvier 1982. BO spécial n° 1 du 21 janvier 1982, p. 43. Préparation de la rentrée scolaire dans les lycées et les lycées d'enseignement professionnel.

## 10.3 Des options technologiques et d'éducation manuelle et technique pour tous en classe de seconde

En 1981, les programmes des classes de seconde sont entièrement révisés<sup>1</sup>. Par le biais d'options, la technologie avance à grands pas au lycée. Elle est reconnue officiellement comme « *enseignement de culture générale scientifique* ». Trois types d'options à dominante technologique sont alors proposés aux lycéens. La première option est qualifiée de lourde et occupe onze heures dans l'emploi du temps des élèves. Elle est destinée aux élèves désireux de poursuivre des études technologiques générales (baccalauréat E) ou spécialisées (baccalauréat ou brevet de technicien). Une option technologie de trois heures hebdomadaires apporte à tout élève qui le désire un complément de culture afin d'appréhender les objets techniques dans toutes leurs dimensions (techniques, culturelles, historiques, etc.). Enfin, à partir de 1982, une option éducation manuelle et technique (EMT) de deux heures hebdomadaire permet aux élèves de travailler sur un projet qui se poursuit en première et terminale.

### 10.3.1 Enseignement optionnel spécialisé de technologies industrielles (option lourde de onze heures)

Les programmes de technologies industrielles de la classe de seconde (T1) étaient inchangés depuis 1966 pour la technologie de construction et la technologie des fabrications mécaniques et depuis 1967 pour le dessin industriel. La réforme entraîne une réduction d'une heure des enseignements technologiques qui passent de douze à onze heures (annexe 10-15)<sup>2</sup>. Une autre caractéristique de cette réforme est qu'elle se réalise sans moyens supplémentaires. La note de rentrée<sup>3</sup> le précise : « *Cet enseignement prendra naturellement appui sur les installations existantes, quelle que soit leur spécialisation* ».

Les nouveaux programmes comportent cependant de très nombreuses nouveautés, d'une part dans leur présentation et d'autre part dans les méthodes et les contenus. Ainsi le texte débute par la présentation des finalités de l'option : « *l'emploi futur de techniciens ou la poursuite d'étude vers des voies scientifiques ou technologiques* ». Ensuite sont présentés neuf objectifs généraux visant à permettre l'acquisition par l'élève : « *d'une culture moderne prenant en compte la dimension technologique* » ; d'un « *certain esprit technique* » ; de « *savoir et savoir-faire* ». Les objectifs apparaissent comme très ambitieux. Le professeur doit conduire les élèves à des comportements spécifiques, par exemple :

« *Faire acquérir une méthode de pensée et d'action... [...] Donner les moyens d'expression et d'investigation... [...] Donner le goût de l'activité manuelle réfléchie [...] de l'action créatrice individuelle et collective [...] Faire acquérir le sens du*

---

<sup>1</sup> Arrêté du 26 janvier 1981. BOEN spécial n° 2 du 26 mars 1981, p. 5. Modification des programmes des disciplines de la classe de seconde et institution de nouvelles matières dans la classe de seconde conduisant au baccalauréat de l'enseignement général, au baccalauréat de technicien ou au brevet de technicien.

<sup>2</sup> Comparaison de la répartition horaire des matières d'enseignement de technologie entre anciens et nouveaux programmes de la classe de seconde.

<sup>3</sup> Note de service du 9 janvier 1981. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 83. Préparation de la rentrée 1981-1982.



*compromis [...] Faire comprendre et évaluer, grâce à l'observation et l'expérimentation... ».*

Les cours sont définitivement proscrits. L'enseignement est « *caractérisé par une approche globale et concrète de mécanismes, de structures ou d'ouvrages, et de systèmes automatisés* ». Cette approche s'appuie « *essentiellement sur l'observation et l'expérimentation* ». Enfin, le programme n'est plus présenté par matière selon le classique triptyque « *dessin, technologie, atelier* » cher à l'enseignement technique, mais par des chapitres structurés en termes d'objectifs et de connaissances. Bien que les objectifs ne soient pas exprimés par des verbes à l'infinitif, l'influence de la pédagogie par objectifs (PPO) se fait déjà sentir (Christian Hamon et Joël Lebeaume, 2011)<sup>1</sup>. Cet ensemble constitue ainsi une véritable rupture avec le passé. Il semble que les conclusions du rapport commandé par le président de la République (cf. § 10.1.1) ont été prises en compte.

Ce changement de paradigme est conforté par l'évolution des contenus d'enseignement. Les notions de partie opérative et partie commande y occupent une grande place, le GRAFCET y apparaît, tout comme dans les programmes des classes de première et terminale E qui paraissent un an plus tard (1982). L'analyse fonctionnelle des systèmes, l'usage des automates programmables, une approche quantitative des phénomènes liés aux actions mécaniques entre solides et à la cinématique des solides sont également des innovations importantes qui témoignent de contenus de plus en plus complexes et de plus en plus scientifiquement fondés. Le nouveau programme de la classe de seconde est structuré en cinq chapitres :

A – La construction (étude fonctionnelle et structurelle des mécanismes et dessin technique...)

B – La fabrication (processus de fabrication, comportement des machines, modes opératoires...)

C – Les automatismes (logique booléenne, comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, GRAFCET, schémas...)

D – Les matériaux (essais, caractéristiques... dans les domaines de la mécanique, du bâtiment, de l'habillement, des matières plastiques ...)

E – La métrologie (méthodes, mesures de grandeurs physiques, formes, dimensions...)

La comparaison avec les programmes précédents révèle les continuités et les changements. Ainsi, les contenus présentés dans les chapitres B (La fabrication), D (Les matériaux) et E (La métrologie), habituels de la mécanique sont-ils comparables à ceux des programmes de 1966. Ce sont donc les chapitres A (La construction) et C (Les automatismes) qui concentrent toutes les nouveautés. Celles-ci sont principalement relatives aux systèmes automatisés.

---

<sup>1</sup> Hamon Christian et Lebeaume Joël (2011). *Les compétences dans l'enseignement technologique en France : une longue histoire ?* Deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 & 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille 3. Villeneuve-d'Ascq.

Le chapitre consacré aux automatismes (C) est entièrement nouveau, les automatismes n'étaient abordés auparavant qu'à partir de la classe de première. L'objectif principal est l'étude de la partie commande des systèmes automatisés. En plus des fonctions logiques de base et des fonctions mémoire (composants et schémas), « *le diagramme des spécifications fonctionnelles (GRAFCET)* » fait son apparition. Mais seules les activités de lecture du GRAFCET et les connaissances des règles d'évolution sont demandées (en classe de seconde).

Le chapitre consacré à la construction (A) intègre également de nouveaux contenus en lien direct avec les systèmes automatisés. Les objectifs prévoient l'étude fonctionnelle et structurelle interne et externe de la partie opérative des systèmes automatisés. Les notions de fonction globale et de cahier des charges apparaissent explicitement dans le programme. La connaissance des « *capteurs et des actionneurs utilisés dans les systèmes automatisés* » est maintenant exigée. Le dessin industriel n'occupe plus qu'une place mineure. Le chapitre qui lui est consacré intègre désormais « *la schématisation cinématique* » ainsi que « *les conventions de représentations des circuits pneumatiques, hydrauliques, électriques et électroniques.* ».

Le chapitre construction (A) comporte également une nouvelle matière appelée « agencement », qui bouleverse la répartition des horaires au détriment de la construction et de la fabrication. Ce nouvel enseignement s'appuie sur des activités d'assemblage, de montage, de réglage, et de vérification, ou de diagnostics et de réparations de mécanismes appartenant à la partie opérative de systèmes automatisés.

Mais l'agencement est critiqué par certains professeurs en raison du manque de moyens. Ils y voient l'occasion de réclamer des laboratoires que les « *lycées attendent depuis 20 ans* »<sup>1</sup>. Cependant l'enseignement de l'agencement est défendu par d'autres, comme M. Mereau (1984)<sup>2</sup> du lycée technique de Beauvais (60). Il y voit l'occasion de mettre en application des projets pédagogiques et explique comment les élèves travaillent en groupes de deux ou trois, encadrés par deux professeurs. Les travaux pratiques sont alors organisés autour de thèmes (mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique). Les binômes ou trinômes d'élèves travaillent en autonomie sur des mécanismes (bloc de roulement, capteur pneumatique, cisaille à tôles, dynamo de vélos, etc.) ou des systèmes automatisés (machines-outils).

Ainsi une nouvelle façon d'enseigner la technologie est en train de prendre ses marques dans les lycées techniques. Cependant, précise M. Mereau, quarante heures de préparation et de concertation sont nécessaires à l'équipe de professeurs pour mettre au point un thème de quatre heures. À chaque séance, deux catégories de documents sont remises aux élèves. D'une part, des documents de « *mise en situation* » comprenant un dessin d'ensemble, accompagné d'un questionnaire et de feuilles réponses à compléter et d'autre part, une série de documents, réunis dans un classeur « *sous feuilles plastifiées* », définissant « *la totalité des possibilités du mécanisme ainsi que les productions annexes.* ». Une fiche descriptive des différents documents est également remise aux élèves.

---

<sup>1</sup> Bodin Y., Laurens D., Richardeau (1982). L'agencement en seconde. Réflexions – enquête sur trois lycées. *Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public*, 14, 4-5.

<sup>2</sup> Mereau M. (1984). Agencement Option « Technologies Industrielles » des classes de seconde. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 20-21.

Alors que cette option lourde, destinée à la poursuite d'étude dans la voie technologique ou générale du baccalauréat E, se met en place, une option de technologie non spécialisée de trois heures est proposée à l'ensemble des élèves. Cette offre est complétée par une option éducation manuelle et technique (EMT) de deux heures.

### **10.3.2 Des enseignements optionnels de trois heures de technologie non spécialisée**

L'objet de l'option technologie de trois heures créé en 1980<sup>1</sup> est formulé d'emblée dans le programme<sup>2</sup> : « *donner à tous les jeunes qui le souhaitent un complément de culture leur permettant de mieux se situer dans la société actuelle par la compréhension de l'environnement technologique et du monde du travail.* ». La note de service de rentrée<sup>3</sup> qualifie ce nouvel enseignement de « *composante de la culture générale scientifique* », ce qui est une première dans un texte relatif au second cycle de second degré. Cette note indique également les professeurs susceptibles d'assurer ces enseignements. Il s'agit indistinctement des professeurs agrégés, certifiés, professeurs techniques ou professeurs techniques adjoints déjà en charge d'enseignements technologiques dans les lycées. Cet enseignement est dispensé dans les lycées techniques et les lycées polyvalents qui disposent « *des moyens convenables en personnel et en matériel* », mais des conventions peuvent être signées entre lycées pour permettre aux élèves qui le désirent de suivre cette option.

Les contenus d'enseignement sont plus modestes que ceux de l'option technologies industrielles de onze heures. Ils sont aussi plus généralistes et comportent des aspects techniques, historiques, sociaux, économiques et écologiques. Trois grands objectifs guident le programme de l'option de technologie, il s'agit de :

« *... conduire l'élève à une connaissance et à une utilisation rationnelle des objets techniques, à la compréhension des procédés et des structures industriels, à l'appréciation des actions entreprises par l'homme pour l'amélioration de ses conditions de vie.* ».

L'enseignement vise l'acquisition de méthodes d'étude et de travail et d'un certain nombre de techniques. Les contenus sont répartis en quatre chapitres :

- la connaissance des mécanismes et des appareils est abordée par l'étude externe (fonction globale, étude du comportement, cahier des charges) et interne (agencement des fonctions, circuit mécanique ou électrique et application des connaissances scientifiques acquises). Elle est complétée par des activités d'entretien et de dépannage, de lecture et de production de documents techniques ;

---

<sup>1</sup> Arrêté du 31 octobre 1980. BO du 41 du 20 novembre 1980, p. 3282. Organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

<sup>2</sup> Arrêté du 26 janvier 1981. BOEN spécial n° 2 du 26 mars 1981, p. 31. Modification des programmes des disciplines de la classe de seconde et institution de nouvelles matières dans la classe de seconde conduisant au baccalauréat de l'enseignement général, au baccalauréat de technicien ou au brevet de technicien.

<sup>3</sup> Note de service du 9 janvier 1981. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 83. Préparation de la rentrée 1981-1982.

- la connaissance des matériaux porte sur leur identification, leurs principales caractéristiques (mécaniques, physiques et chimiques), la modification de ces caractéristiques (traitement, transformation ou utilisation) et la normalisation de la désignation des matériaux ;
- l'étude des modes de réalisation se partage entre la mécanique (obtention de pièces brutes, moyens d'usinage, de mise en forme et d'assemblage d'ensembles mécaniques), la réalisation d'ensembles électriques et des notions d'organisation du travail ;
- enfin le programme d'automatisme reprend les principales notions sur les systèmes automatisés de l'option technologies industrielles, partie commande et partie opérative, GRAFCET<sup>1</sup>, actionneurs, détecteurs et capteurs d'information.

L'intérêt de cette option est très bien résumée par Roger Philippe (1981)<sup>2</sup>, inspecteur général de l'Éducation nationale : « *une initiation qui, dans un premier temps, peut satisfaire la curiosité des jeunes, engagés dans des études générales, littéraires ou scientifiques.* ». Cependant cette option est limitée à la classe de seconde. Une option d'éducation manuelle et technique est créée en 1981 et 1982.

### **10.3.3 Des enseignements optionnels de deux heures d'Éducation manuelle et technique**

En 1981<sup>3</sup>, une option d'éducation manuelle et technique (EMT) de deux heures hebdomadaires est ouverte en classes de première et terminale pour mener à bien un projet à caractère technologique, l'option EMT en seconde est créée dans la foulée<sup>4</sup>. Cette option se met en place après la création du CAPET B5<sup>5</sup> et s'inscrit dans le prolongement de l'initiation à la démarche technologique enseignée au collège. Elle résulte peut-être d'une conciliation entre les inspections générales afin d'assurer la continuité avec l'épreuve facultative d'enseignement ménager du baccalauréat et assurée par les professeurs certifiés de travaux manuels éducatifs et d'enseignement ménager. Une analyse de la création de cette option mériterait d'être menée pour clarifier ces arbitrages. Contrairement à l'option légère de technologie en seconde, l'EMT s'adresse aux élèves de seconde, de première et de terminale. Les élèves visés sont ceux qui manifestent un « *intérêt certain pour les réalisations et le désir de soumettre leurs idées à l'épreuve des faits.* », sans avoir opté pour un enseignement professionnel. Cette option va plus loin qu'une simple initiation. Le texte la qualifie de « *méthode pédagogique résolument novatrice* ». Même si la dimension pluridisciplinaire en est

<sup>1</sup> Limité aux aspects fonctionnels de niveau 1.

<sup>2</sup> Philippe Roger (1981). *Préface*. In Christian Merlaud et Jean Ozbolt (1981). Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

<sup>3</sup> Arrêté du 29 décembre 1981. BO n° 3 du 21 janvier 1982, p. 247. Organisation et horaires dans les classes de première et les classes terminales des lycées, des enseignements sanctionnés par le baccalauréat de l'enseignement du second degré.

<sup>4</sup> Arrêté du 24 mai 1983. BO n° 23 du 9 juin 1983, p. 1859. Modification et complément de l'arrêté du 31 octobre 1980 relatif à l'organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

<sup>5</sup> Arrêté du 24 octobre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3361. Création au Certificat d'aptitude de l'enseignement technique d'une section B5 – Éducation manuelle et technique et enseignement technologique.

absente, l'EMT s'apparente rétrospectivement, dans l'esprit, aux travaux personnels encadrés (TPE) qui seront développés plus tard au début des années 2000.

L'option de l'EMT repose sur une idée originale : « *la réalisation d'un projet conduisant à la fabrication effective d'un prototype et à son analyse critique* ». Le projet<sup>1</sup> « *s'appuie essentiellement sur des réalisations qui intéressent et motivent les élèves* ». Une grande liberté leur est laissée, aucun domaine technique n'est privilégié et la réalisation ne vise pas une fabrication de type industriel. Il n'y a pas de programme, donc pas de contenus imposés. Seule compte la démarche technologique. Esprit d'invention, initiative et responsabilité sont les maîtres mots de cette option. Le professeur d'EMT y joue le rôle de directeur de projet. Il échange avec les élèves, les guide afin de définir « *l'idée de fabrication, les thèmes des projets, les modalités d'élaboration des dossiers techniques, de prototypes, de réalisations.* ».

Une épreuve facultative de « Présentation de projet » est instituée au baccalauréat<sup>2</sup>. À l'issue de la réalisation du projet, le candidat présente un « *dossier - recueil [...] qui met en évidence l'évolution de l'idée à partir de travaux de recherches, de documents, de notes, de croquis, de schémas* ». Une fiche descriptive validée par le professeur d'EMT accompagne le dossier-recueil. L'épreuve consiste en un entretien d'une durée de quinze minutes, mené par un jury composé de deux professeurs. Le jury est en possession avant l'épreuve du « *dossier-recueil* », ce qui lui permet de préparer l'entretien et notamment de rédiger une série de questions. Le candidat dispose alors de trente minutes de préparation avant de répondre à ces questions. Les acquis sont évalués ainsi que la part personnelle de l'élève dans la réalisation du projet. De la planche à voile au moule à gâteau en passant par les projets plus habituels de confection, les projets soutenus doivent manifester les compétences de mise en œuvre d'un projet technique, de l'analyse du besoin à la réalisation d'un prototype, selon les témoignages des enseignants en charge de cet enseignement.

Toutes ces évolutions sont révélatrices de la place de plus en plus importante qu'occupe la technologie au lycée. Cette intégration comme enseignement de culture constitue donc un pas essentiel dans le processus de disciplinarisation de la technologie.

## **10.4 Des évolutions qui se répercutent au-delà de la classe de seconde**

L'évolution conjointe des pratiques industrielles et des options technologie en seconde se répercute immédiatement sur les classes de première et de terminale E, ouvrant encore un peu plus la voie à un enseignement de la technologie renouvelé au lycée.

### **10.4.1 De nouveaux programmes de technologie pour le baccalauréat E, mathématiques et technique**

---

<sup>1</sup> Arrêté du 9 mars 1982. BO spécial n° 3 du 22 avril 1982, p. 1835. Modification des programmes des disciplines des classes de première et des classes terminales conduisant au baccalauréat du second degré et enseignement des nouvelles matières dans ces classes. Programme d'enseignement optionnel d'éducation manuelle et technique - classe de seconde, première et terminale (annexe III parue au BO n° 23 du 9 juin 1983, p. 1837).

<sup>2</sup> Note de service n° 83-227 du 6 juin 1983. BO n° 25 du 23 juin 1983, p. 2055. Définition d'épreuves facultatives du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Avec la réforme, les programmes de technologie<sup>1</sup> de la classe de seconde et ceux des classes de première et terminale de la série E sont disjointes. Ces derniers sont réécrits en 1982<sup>2</sup>, puis complétés et précisés en 1983 par des « *recommandations pédagogiques* »<sup>3</sup>. Une courte présentation des programmes s'achève par le rappel de la mission des enseignements technologiques au lycée :

« *L'ensemble des disciplines techniques définies dans ces programmes tient compte de l'évolution actuelle de la technologie et contribue à former le futur bachelier afin qu'il puisse utilement préparer des carrières scientifiques et techniques de haut niveau* ».

Les programmes de technologie du baccalauréat E viennent en continuité de ceux de l'option onze heures de technologies industrielles de seconde mais sont davantage orientés « *vers l'étude des produits pour lesquels le domaine de la mécanique est prépondérant* ». Cependant, de la même façon que pour la classe de seconde, les principales nouveautés apportées aux contenus d'enseignement concernent les automatismes. Les programmes de première et de terminale sont réorganisés en deux chapitres principaux, « *Étude des constructions* » et « *Mise en œuvre* » (annexe10-16)<sup>4</sup>. Une lecture attentive permet d'en dégager les points essentiels.

L'ensemble étude des constructions se partage entre le dessin de construction et la technologie de construction (annexe 10-17)<sup>5</sup>, tous deux pris en charge par un même professeur<sup>6</sup>. Les contenus des enseignements de dessin ne sont pas modifiés, mais le programme de technologie de construction est plus développé (rendement des guidages, freins, transmission hydraulique et approche quantitative des phénomènes liés aux actions mécaniques entre solides et à la cinématique des solides). Il est basé sur l'étude fonctionnelle et structurelle de mécanismes et la recherche de solutions technologiques à des problèmes de construction mécanique. Les thèmes « *supports d'études* » doivent être nombreux, variés et modernes, et privilégier l'usage de documents provenant de l'industrie. Les recommandations pédagogiques insistent sur l'importance du cahier des charges qui doit, c'est nouveau, être fourni aux élèves. Enfin, autre nouveauté, « *une sensibilisation à l'analyse de la valeur est introduite* ». (sans plus de précision).

La partie mise en œuvre est organisée sous forme de cours et de travaux pratiques comportant, pour chacun d'eux, une part de fabrication et une part d'automatisme. Cette nouvelle organisation justifie que les anciens « *travaux pratiques d'atelier* » deviennent des « *travaux pratiques technologiques* ». L'enseignement des travaux pratiques à l'atelier<sup>7</sup> permet de développer l'étude expérimentale des processus de fabrication, l'analyse du travail, la métrologie et l'impact des automatismes dans la fabrication. Les

---

<sup>1</sup> Cette appellation est nouvelle.

<sup>2</sup> Arrêté du 9 mars 1982. BO spécial n° 4 du 29 avril 1982, p. 15. Programme du baccalauréat de l'enseignement du second degré – série E – Technologie.

<sup>3</sup> Note de service du 14 septembre 1983. BO n° 34 du 29 septembre 1983, p. 3054. Classes de première et terminale E – Recommandations pédagogiques.

<sup>4</sup> Annexe 10 : évolution des horaires des enseignements technologiques des classes de seconde, de première et de terminale mathématiques et techniques (baccalauréat E).

<sup>5</sup> Annexe 10 : répartition des horaires suivant les matières du programme des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1982.

<sup>6</sup> Titulaire du CAPET B1, industries mécaniques.

<sup>7</sup> Cet enseignement peut être assuré par des professeurs techniques ou des titulaires du nouveau CAPET B3, fabrications mécaniques.

travaux sont réalisés sur des machines-outils équipées pour la fabrication de séries et des machines à commande numérique.

Les travaux pratiques d'automatisme consistent en des câblages de systèmes automatisés fonctionnant selon des séquences exclusives ou simultanées, complétés par des opérations de réglage et de mise au point. Les automatismes sont étudiés dans les configurations en logique câblée (séquenceur) et programmée (automates programmables). Les exercices de programmation concernent les automates programmables et les systèmes à base de microprocesseurs. L'étude matérielle de ces machines se limite à donner aux élèves une « *représentation claire des principales fonctions remplies par la machine et d'indiquer les relations entre les organes qui assurent ces fonctions.* ». Les travaux pratiques d'automatisme « *constituent le complément naturel des cours théoriques.* ».

Les cours théoriques d'automatique abordent les parties commande et opérative des systèmes automatisés et le GRAFCET. L'étude des parties commande est l'occasion de conforter les élèves dans la représentation graphique (organigramme, schéma, logigramme). Elle est complétée par l'étude des fonctions logiques (combinatoire et séquentielle), des instructions de programmation (mémorisation, comptage, temporisation, saut) et des modes de marche (cycle par cycle, automatique, réglage, arrêts d'urgence). L'étude des parties opératives porte sur les circuits de puissance pneumatique (vérins et composants de distribution), les circuits de puissance électrique (choix, commande et protection des moteurs électriques) et les capteurs de position, de pression, de débit (choix et mise en œuvre).

La répartition sur les trois années des contenus d'automatisme permet des évolutions quantitatives et qualitatives des contenus d'enseignement. Avec un quart des horaires de travaux pratiques<sup>1</sup> consacré aux automatismes, la part de la fabrication mécanique tend à nouveau à diminuer dans les programmes. Cette tendance, initiée en 1966 avec l'introduction de l'électromécanique, va se confirmer au fur et à mesure de l'évolution des enseignements technologiques.

Les épreuves d'examen<sup>2</sup> tiennent compte de ces évolutions et les options disparaissent. Avec l'avènement des systèmes automatisés, la mécanique et l'électromécanique apparaissent confondues. Dès lors, en plus de l'écrit, ne subsiste qu'une épreuve pratique, remodelée. La soutenance (coefficient 1) d'un dossier rendant compte d'un travail effectué par le candidat pendant vingt heures environ en classe de terminale fait son apparition sous forme d'un exposé oral de trente minutes. À cela s'ajoute, après tirage au sort, une épreuve d'usinage ou d'automatisme.

La création des options technologie et technologies industrielles en classes de seconde, les nouveaux contenus d'enseignement apportés aux programmes de

---

<sup>1</sup> Un autre quart des horaires est consacré au bureau des méthodes, la moitié restante est consacrée à la fabrication.

<sup>2</sup> Note de service n° 83-245 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 7 juillet 1983, p. 2240. Définition et choix de sujet d'épreuves écrites au baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 83-246 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 7 juillet 1983, p. 2242. Définition d'épreuves orales du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 83-247 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 7 juillet 1983, p. 2255. Définition de l'épreuve orale de contrôle.

technologie en classes de première et terminale ont une incidence directe sur la publication des manuels scolaires.

#### 10.4.2 L'impact des nouveaux programmes sur l'offre éditoriale de manuels scolaires

L'avènement, qui semble proche, d'une technologie pour tous se reflète dans l'offre éditoriale de manuels scolaires<sup>1</sup>. En effet, jusqu'au milieu des années 1970 il est courant que les ouvrages s'adressent indistinctement aux élèves des collèges d'enseignement technique, des lycées techniques, des écoles d'apprentissage, des cours professionnels et des cours de promotion sociale (Abdon Castell et André Dupont, 1975a, 1975b, 1976)<sup>2</sup>. Ce principe est remis en cause à partir de 1981 par les principaux éditeurs (Dunod, Foucher, Nathan) lorsqu'un « *enseignement moderne de la technologie est proposé aux jeunes entrant en seconde de détermination* » (Roger Philippe, 1981)<sup>3</sup>. À l'occasion de ces changements, deux nouveaux éditeurs, Nathan et Éducalivre, entrent dans le monde fermé de l'édition technique. La séparation entre l'enseignement dispensé dans les lycées d'enseignement professionnel et les lycées techniques devient nette. La création des options technologie et technologique spécialisée en seconde ainsi que la parution des nouveaux programmes de technologie du baccalauréat E favorisent la parution de nouveaux ouvrages spécialisés pour ces classes. C'est l'occasion pour certains ténors de l'enseignement technologique de s'emparer des préfaces pour promouvoir la technologie.

Dunod frappe un grand coup. Il sort six manuels en trois ans, dont une nouvelle collection dirigée par deux inspecteurs généraux (Henri Longéot et Laurent Jourdan). Ces ouvrages couvrent l'éventail des enseignements de technologie industrielle au lycée. Il s'agit de manuels de technologie<sup>4</sup> et d'automatisme<sup>5</sup> destinés aux classes de seconde, ainsi que de quatre manuels, deux d'automatisme<sup>6</sup> et deux de construction<sup>7</sup> et d'exercices<sup>8</sup>, en direction des classes de première et de terminale (baccalauréat E, F et post-baccalauréat). Cet ensemble est complété en 1985<sup>9</sup> par un nouvel ouvrage traitant

---

<sup>1</sup> Cette partie fait référence aux manuels scolaires parus entre 1981 et 1985. Si cela peut sembler hors du champ de la période du présent chapitre (1979-1984), il n'en demeure pas moins que les manuels dont il est question font référence aux programmes de 1981 et 1982. La prochaine évolution aura lieu en 1986.

<sup>2</sup> Castell Abdon, Dupont André (1975a). *Technologie professionnelle générale. Profession de la mécanique. Enseignements technologiques – formation continue. Premier livre*. Paris : Desforges.

<sup>3</sup> Philippe Roger (1981). *Préface*. In Christian Merlaud et Jean Ozbolt (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

<sup>4</sup> Bentz B., Bresdani J., Cayol J.-C., Jourdan L., Neveu P., Perrin J., Sinibaldi F. (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde (Collection H. Longéot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

<sup>5</sup> Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1982). *Automatismes classe de seconde « options technologies industrielles »*. GRAFCET - composants - fonctions logiques - schémas. Paris : Dunod.

<sup>6</sup> Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longéot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1983). *Automatismes classe de première et terminale - formation permanente. Fonctions logiques - GRAFCET - Gemma - Séquenceur - Automates programmables*. Paris : Dunod.

<sup>7</sup> Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G. (1982). *Construction industrielle. (Collection H. Longéot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

<sup>8</sup> Jourdan L., Perrin J., Bentz B., Cayol J.-C. (1981). *Technologie industrielle, exercices par étude de cas (Collection H. Longéot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

<sup>9</sup> Bentz B., Bernard Y., Bresciani J., Cayol J.-C., Chauvet E., Franchi J.-P., Jourdan L., Loffredo A., Neveu P., Royon J.-C. (1985). *Fabrications industrielles. (Collection H. Longéot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.



de fabrication industrielle. Dans l'un d'entre eux, Henri Longeot (1981)<sup>1</sup> explique le bénéfice que peut procurer aux élèves une :

« ... formation, basée sur une pédagogie centrée sur l'«action», dans laquelle la réflexion et les acquisitions des connaissances et de savoir-faire sont motivées par elle, [qui] permettra à chacun d'eux d'acquérir des «comportements» utiles dans la vie quelle que soit la voie choisie ».

Foucher, pourtant le plus gros éditeur de manuels destinés à l'enseignement technologique et professionnel, se contente de la parution de deux manuels<sup>2</sup>. Le premier en 1983<sup>3</sup>, destiné aux classes de seconde, est orienté « fabrication » et oublie les automatismes. Le second, rédigé par Claude Hazard (1984)<sup>4</sup>, inspecteur général, ancien professeur aux Arts et Métiers et spécialiste des automatismes, traite de la commande numérique des machines-outils.

Éducavivre publie un manuel en 1982<sup>5</sup> destiné aux deux options, technologie et technologies industrielles de la classe de seconde. Alfred Capliez, inspecteur général de l'Éducation nationale dirige la collection et signe la préface. Il retrace à grands traits l'histoire du développement industriel pour conclure « ainsi, au même titre que le latin était la discipline culturelle de base, la technologie devient un des éléments fondamentaux de la formation de l'esprit. ». L'éditeur (racheté entre-temps par Casteilla) édite en 1985<sup>6</sup> un nouveau manuel, d'automatisme cette fois, destiné (exception oblige) à la fois aux lycées professionnels et techniques et à la formation continue. Capliez, qui signe à nouveau la préface, insiste sur la dimension pluritechnologique des systèmes automatiques qui associe le traitement de l'information et l'intégration d'actionneurs et de capteurs hydraulique, pneumatique, électrotechnique et mécanique.

De son côté, Nathan crée la collection Nathan/Techniques industrielles (NTI). L'éditeur, jusque-là spécialisé dans les manuels de l'enseignement général, édite en 1981 quatre ouvrages à destination de l'enseignement technologique au lycée. Deux ouvrages sont destinés aux élèves de première et terminale de baccalauréat de technicien<sup>7</sup>. Ils sortent un an avant la réécriture des programmes du baccalauréat E et n'apportent pas de véritable nouveauté tandis que les deux manuels à l'attention des classes de seconde prennent en compte les nouveaux programmes de technologie. Cependant l'un d'entre eux<sup>8</sup> n'aborde que les points classiques de l'enseignement de la mécanique, c'est-à-dire la fabrication, les matériaux et la métrologie. Seul le second

---

<sup>1</sup> Longot Henri (1981). *Préface*. In B. Bentz et al. 1981, *op. cit.*

<sup>2</sup> Trois manuels traitants de fabrications mécaniques sont parus en 1980 et 1981 avant la sortie des nouveaux programmes.

<sup>3</sup> Policet Daniel, Carrère Henri (1983). *Technologie des fabrications – classe de seconde*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Hazard Claude (1984). *La commande numérique des machines-outils. Technologie Programmation Applications*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Perrin Valéry, Fraquet Maurice (1983). *Technologie industrielle – options technologiques – classe de seconde*. Paris : Educavivre.

<sup>6</sup> Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla.

<sup>7</sup> Thomasson Jean-Louis, Reynaud Georges (1981). *Mécanique pour le technicien 1<sup>ère</sup> F*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

Abril Jean-Claude, Marc Daniel (1981). *Les fabrications industrielles – lycées techniques – formation continue*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

<sup>8</sup> Abril Jean-Claude, Clisson Gérard, Marc Daniel (1981). *Fabrications mécaniques – lycées techniques – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan Techniques industrielles

ouvrage, confié à deux professeurs agrégés de construction mécanique du lycée Diderot dont Christian Merlaud (1981)<sup>1</sup> membre de l'ADEPA (cf. § 10.1), aborde les cinq points du programme et notamment les parties la construction et les automatismes. Les quatre premiers chapitres sont très novateurs (nombreuses photos, concepts et graphismes inédits). Ils traitent de « *Pourquoi construire, Que construire ?* », « *Les outils de la communication technique* », « *Comment spécifier le besoin ? Comment le satisfaire ?* » ainsi que des « *Fonction globale et fonctions principales d'un objet technique* ». La lecture attentive de ces chapitres montre comment les auteurs reprennent tous les acquis de l'analyse fonctionnelle et y intègrent harmonieusement les automatismes. La préface de l'inspecteur général Roger Philippe défend « *la pédagogie résolument orientée vers cette pratique faite de multiples allers et retours entre concret et abstrait* »<sup>2</sup>. Elle met en avant les points forts développés par l'ouvrage :

« *Ces concepts nouveaux [système, analyse structurelle, analyse fonctionnelle], riches et puissants, témoignent de l'évolution de la technologie. Ils favorisent l'émergence d'une approche systémique dont les applications dépassent largement le domaine de la technologie.* ».

Le regain d'intérêt des éditeurs de manuels scolaires s'inscrit dans une dynamique générale favorable à l'enseignement de la technologie dans un contexte où se développe l'industrie de pointe.

### **10.4.3 L'impact de l'évolution technologique, l'exemple de l'informatique et de l'électronique**

Le début des années 1980 connaît une évolution scientifique et technique sans précédent. Les domaines de l'informatique et l'électronique, notamment, explosent et connaissent une demande croissante de main-d'œuvre qualifiée. Signe des temps, en 1983, les tubes électroniques sont supprimés du programme du concours du CAPET d'électronique<sup>3</sup>. Avec la miniaturisation, les micro-ordinateurs font leur apparition dans les établissements. L'informatique se développe à la fois comme outil (calcul, traitement des signaux, simulation, dessin de construction, conception de systèmes...) et comme objet de formation scientifique et de culture (organisation et traitements de données, algorithmique, programmation, expérimentation...). En 1983 et 1984, la filière électronique connaît un développement important. Des moyens en emplois et en équipements sont dégagés par le ministère de l'Éducation nationale<sup>4</sup>. Ainsi des sections de BEP télécommunications et courants faibles et de BEP électrotechnique sont transformées en BEP électronique. Des stages de reconversion sont proposés aux professeurs concernés des lycées d'enseignement professionnel. De la même façon, vingt-cinq classes de première et autant de terminale F3 (électrotechnique) sont reconverties en classes de baccalauréat F2 (électronique). Là aussi, les professeurs de physique générale et de physique appliquée bénéficient de stages de perfectionnement. Des nouvelles sections de techniciens supérieurs sont ouvertes. Un programme d'action

---

<sup>1</sup> Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles

<sup>2</sup> En reprenant ainsi les termes du rapport remis au président de la République (cf. § 10.1.1).

<sup>3</sup> Note du 22 juillet 1983. BO n° 31 du 8 septembre 1983, p. 2696. Programme de la partie théorique du CAPET section B4.

<sup>4</sup> Note de service n° 84-177 du 18 mai 1984. BO n° 21 du 24 mai 1984, p. 1913. Filière électronique – Préparation de la rentrée 1984.

promotionnelle est lancé afin d'y favoriser l'admission de stagiaires adultes (demandeurs d'emploi ou salariés en congé de formation). Enfin, l'électronique et l'usage de l'informatique sont introduits dans les concours aux grandes écoles en même temps qu'un enseignement de technologie. Ainsi, aucun niveau de l'enseignement technologique n'échappe aux évolutions du moment.

#### **10.4.4 Une évolution décisive des contenus d'enseignement des classes préparatoires aux grandes écoles**

En 1984, la réforme des programmes des concours introduit l'électronique dans les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Elle doit être enseignée dans les classes préparatoires de mathématiques supérieures et de mathématiques spéciales M, M' et P, P'<sup>1</sup>. Des séminaires sont organisés nationalement pour les professeurs concernés. Chaque classe reçoit une dotation en matériel pour trois postes de travail, chacun composé d'un oscilloscope, d'un générateur BF<sup>2</sup>, d'un multimètre et d'un bloc d'alimentation. Ces matériels doivent permettre la mise en place de travaux pratiques principalement sur les circuits RLC<sup>3</sup> et les montages à amplificateurs opérationnels<sup>4</sup> (modèle idéal et réel, précautions d'emploi). Il ne s'agit pas de technologie mais cela y ressemble.

De la même façon, conformément aux conclusions du rapport remis au président de la République, un important programme de dessin de construction est introduit en CPGE M, M' et P, P'. Il s'agit de transférer, à la demande des grandes écoles, une partie des enseignements dispensés dans les écoles d'ingénieurs vers les classes préparatoires. Même si les horaires restent modestes (deux heures hebdomadaires), l'objectif est de préparer les élèves à communiquer dans le domaine des sciences et techniques. En effet, comme le précise le paragraphe des « généralités » qui précède les nouveaux programmes, pour « être capable d'exploiter et de transmettre des informations scientifiques et techniques », l'élève de classe préparatoire « doit savoir lire, comprendre, expliquer et réaliser un dessin de construction ». Cet enseignement doit permettre de développer chez les élèves des acquis communs afin d'assurer, dans les conditions les plus favorables, l'enseignement dans les grandes écoles. En 1962<sup>5</sup> déjà, une timide évolution dans ce sens avait eu lieu pour les concours de certaines écoles<sup>6</sup>. L'enseignement de la technologie de construction est réparti sur les deux années de préparation. La première est consacrée à « l'acquisition des langages fondamentaux et des techniques de représentation » en lien avec des « éléments de technologie construction ». Ces éléments sont approfondis en deuxième année. La partie « langages et techniques de représentation » du programme est balisée par les différentes normes

---

<sup>1</sup> Arrêté du 18 mai 1984. BO n° 28 du 12 juillet 1984, p. 2543. Programmes des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', T', P, P'.

<sup>2</sup> Basse fréquence.

<sup>3</sup> Résistance, inductance et condensateur.

<sup>4</sup> Note de service n° 84-229 du 2 juillet 1984. BO n° 28 du 12 juillet 1984, p. 2622. Travaux pratiques de sciences physiques dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M' et P, P'.

<sup>5</sup> Circulaire du 5 novembre 1962. BO n° 43 du 19 novembre 1962, p. 4001. Nouvelle « épreuve graphique » du concours d'admission à certaines écoles d'ingénieurs.

<sup>6</sup> Épreuve commune de dessin. École nationale des Ponts et chaussées, Écoles nationales supérieure du génie maritime, des télécommunications et de l'aéronautique, Écoles nationales supérieures des Mines de Paris, Saint-Etienne et Nancy.

du dessin industriel de la mécanique<sup>1</sup> et du génie civil<sup>2</sup>, et complétée par la géométrie descriptive et l'usage de l'outil informatique. La partie « *éléments de technologie* » s'articule autour de notions qualitatives sur l'obtention des pièces de construction, sur l'analyse fonctionnelle des mécanismes (liaison entre deux éléments, torseurs cinématique et dynamique, analyse de solutions constructives, schématisation, chaînes de cotes...).

Bien que moins développé, le programme de technologie de construction des CPGE M, M' et P, P' tend à se rapprocher de celui des classes de mathématiques supérieures et spéciales techniques T<sup>3</sup> et technologiques T<sup>4</sup>. Celles-ci, spécialement adaptées aux titulaires du baccalauréat E, comportent en plus un programme de métrologie et de fabrication sur machines-outils<sup>5</sup>. À l'occasion de leur réécriture, la présentation des programmes de technologie des classes préparatoires T' et T est revue. S'inscrivant dans l'air du temps, ils prennent la forme « *l'élève* » ou « *l'étudiant sera capable de ...* ».

Cette incorporation d'enseignements de technologie dans les classes préparatoires scientifiques en 1984 prend place dans la continuité de la réforme de la classe de seconde en 1981 et la création de la nouvelle option technologie de trois heures. Les premiers élèves à en avoir bénéficié sont aussi ceux qui vont être les premiers à profiter de l'enseignement de la technologie de construction dans les classes préparatoires non technologiques. Ces derniers disposent alors d'une petite avance sur leurs camarades qui n'ont pas suivi une des deux options en seconde.

Si cette introduction est réclamée par les écoles d'ingénieurs, elle n'en constitue pas moins une petite victoire pour l'enseignement technologique. Ainsi, un pas de plus est franchi vers une reconnaissance pleine et entière de la technologie comme discipline scolaire à part entière, c'est-à-dire susceptible d'être enseignée aux différents niveaux de la scolarité. L'automatisation arrive à point nommé pour revitaliser cet enseignement et lui donner un caractère de modernité.

## **10.5 Les automatismes et la recherche d'outils graphiques de description des systèmes**

L'étude des systèmes automatisés est contrainte par la norme et le formalisme relatif au GRAFCET pour décrire le fonctionnement de ces systèmes. Mais aucun outil n'est fourni aux professeurs pour étudier l'organisation des systèmes automatisés. En effet, en matière de représentation, la norme ne propose qu'un simple schéma constitué des trois blocs partie commande, partie opérative et opérateur<sup>6</sup>. Dès lors ce nouvel enseignement apparaît comme un nouveau challenge. Une transposition didactique

---

<sup>1</sup> Série NF : E 04502 ; E 04 520 ; E 04 010 ; E 04 012 et E 04 015.

<sup>2</sup> Série NF : P 02 002 ; P 02 003 et P 02 005.

<sup>3</sup> Arrêté du 19 juin 1984. BO n° 29 du 19 septembre 1984, p. 2700. Programmes applicables dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T' préparant au concours spécial d'entrée dans les grandes écoles scientifiques.

<sup>4</sup> Arrêté du 29 juin 1984. BO n° 31 du 6 septembre 1984, p. 2927. Programmes des classes de mathématiques supérieures technologiques T et mathématiques spéciales technologiques T.

<sup>5</sup> Des enseignements de mise à niveau sont prévus pour les titulaires du baccalauréat C qui entrent en CPGE technologique T.

<sup>6</sup> Cf. annexe 10 *supra*, le schéma présenté dans la norme GRAFCET « NF C 03-190 ».

devient nécessaire. Pédagogues et novateurs s'y attèlent et proposent trois niveaux de représentation.

Le système peut être décrit comme un ensemble de trois parties intimement liées. Mais il est également possible de le décomposer en sous-éléments ou bien au contraire de le symboliser comme une simple entité. En l'absence de normes de représentation graphique des systèmes, les auteurs de schéma laissent libre cours à leur imagination. Sur le plan pédagogique par exemple, le recours à l'analogie avec le corps humain se prête bien à l'étude des systèmes automatisés. Cette recherche d'outils graphiques s'inscrit dans une démarche plus générale qui vise à donner à l'enseignement technologique une dimension scientifique révélatrice de valeur culturelle.

### **10.5.1 Les contraintes didactiques**

L'introduction des systèmes automatisés dans les programmes scolaires des classes de seconde est comparable à l'introduction de la construction mécanique dans les Collèges techniques en 1946 (cf. § 6.3.3 et 7.3.1). En effet, il s'agit d'enseigner des contenus nouveaux, sans aucune mise à disposition des enseignants de méthodes d'apprentissage ou d'outils pédagogiques spécifiques. Cependant deux différences fondamentales existent par rapport à 1946 qui permettent un développement extrêmement rapide de nouvelles méthodes et d'outils appropriés. Premièrement, le contenu à enseigner est imposé par une norme, ce qui évite, et même interdit (en principe), les tâtonnements. Les objectifs sont, par ailleurs, clairement fixés par les programmes en fonction des différentes classes. Deuxièmement, les professeurs ne partent pas de rien. Ils peuvent s'appuyer sur les acquis en termes de représentation graphique, de vocabulaire et de méthode d'analyse développés et mis au point pour l'étude des objets techniques.

Ainsi la représentation graphique des systèmes va-t-elle d'abord s'appuyer sur le schéma à trois blocs imposés par la norme, puis, pour répondre aux besoins pédagogiques et l'imagination aidant, une nouvelle génération de représentation graphique se crée, évolue dans un foisonnement de représentations. Les différentes propositions se croisent, s'interpénètrent et donnent parfois lieu à des divergences ou à des contradictions.

### **10.5.2 La représentation graphique des systèmes automatisés**

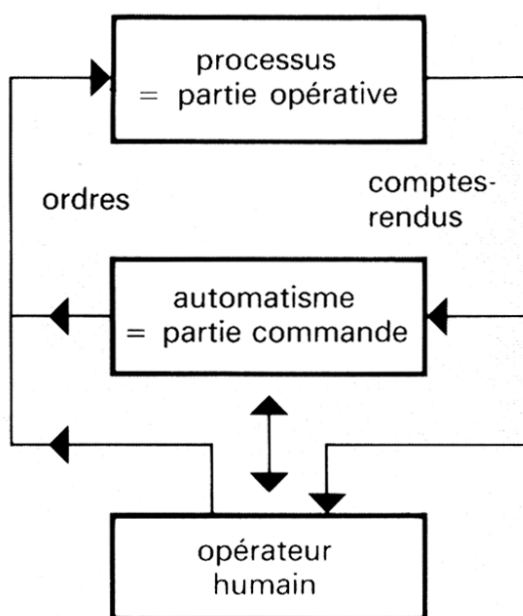
L'introduction du GRAFCET dans l'enseignement technologique provoque une approche totalement nouvelle de l'apprentissage des automatismes. Il ne s'agit plus d'étudier un ensemble de composants réalisés selon différentes technologies (mécanique, électromécanique, pneumatique ou électronique) ou assemblés d'une certaine façon afin de résoudre un problème particulier (cf. § 9.3.1)<sup>1</sup>, mais d'appréhender un système dans lequel trois parties en étroite relation sont susceptibles de résoudre n'importe quel problème. Dès lors, l'apprentissage du concept « étape – transition » et du formalisme graphique spécifique au GRAFCET est certes nécessaire mais pas suffisant. Il devient donc indispensable pour les pédagogues novateurs de concevoir des outils susceptibles d'aider à la compréhension, générale et fine, de l'organisation des systèmes

---

<sup>1</sup> Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher

automatisés. Cela donne lieu à trois différents types de représentation graphique complète ou partielle d'un système.

Un premier type de schéma se contente de reprendre ou d'adapter la norme. Il est alors composé de trois rectangles (ou blocs ou encore boîtes noires) représentant les parties commande, opérative et l'opérateur humain (annexe 10-18, fig. 10-2)<sup>1</sup>.



**Figure 10-2 : schéma fonctionnel d'un système automatisé conforme à la norme (NF C 03-190)**

Dans ces représentations, l'opérateur humain a un statut ambigu. Il apparaît soit comme celui qui programme la machine (annexe 10-19)<sup>2</sup>, soit il est absent et remplacé par une partie dialogue homme/machine (annexe 10-20)<sup>3</sup>. L'opérateur humain est alors en dehors du système (annexe 10-21)<sup>4</sup>. Une lecture attentive de ce type de schémas révèle un défaut majeur. Contrairement aux schémas initiaux présentés par le groupe de travail AFCET (1977)<sup>5</sup>, ils ont tous la particularité de présenter le système comme un système fermé. La matière d'œuvre n'apparaît pas. L'utilité du système est oubliée. Cette représentation s'oppose à celle couramment admise pour la modélisation des systèmes (annexe 10-22)<sup>6</sup> (Durand Daniel<sup>1</sup>, 1979, p. 13, Pierre Naslin<sup>2</sup>, 1965). Des représentations

<sup>1</sup> Annexe 10 : un schéma (presque) conforme au modèle proposé par la norme (NF C 03-190). Télémécanique (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7. (p. 4).

<sup>2</sup> Annexe 10 : l'opérateur humain programmeur du système automatisé. Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1982). *Automatismes classe de seconde « options technologies industrielles »*. GRAFCET –composants - fonctions logiques - schémas. Paris : Dunod.

<sup>3</sup> Annexe 10 : l'opérateur absent du système, remplacé par une partie dialogue homme/machine. Télémécanique (1981). Les automatismes. Structure d'un automate. *Télécontact*, 137, 3-15.

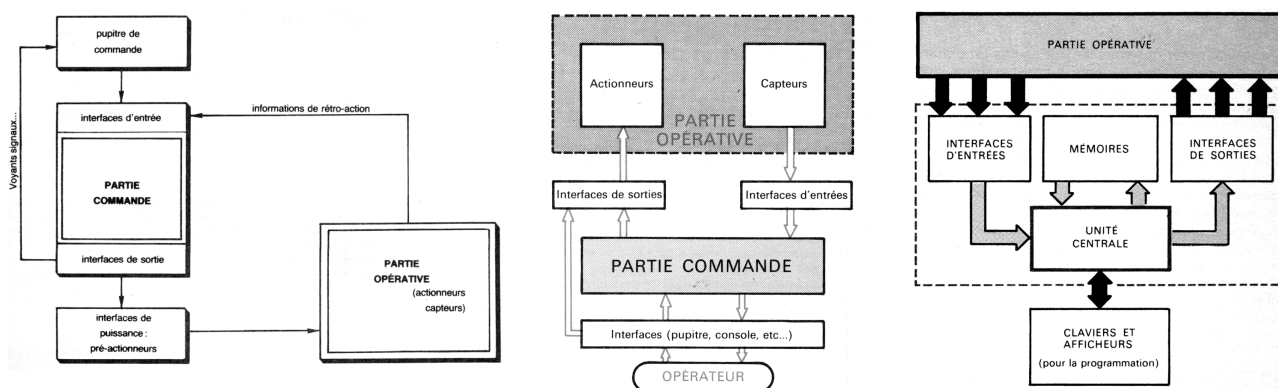
<sup>4</sup> Annexe 10 : l'opérateur humain présent en dehors du système. Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla.

<sup>5</sup> AFCET (1977). Rapport final de la Commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automate logique. Groupe de travail AFCET « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22. (p. 15 et 16).

<sup>6</sup> Annexe 10 : entrée et sortie d'un système.

alternatives à ce type de schéma sont alors proposées. Une représentation mixte fait apparaître l'action de l'opérateur humain par une flèche (annexe 10-23)<sup>3</sup>, ou encore on trouve, dans un manuel destiné aux stages de formation professionnelle continue, une représentation qui mêle dessin illustratif et schéma fonctionnel (annexe 10-24)<sup>4</sup>.

Un deuxième mode de représentation va donner lieu à des extensions qui ne sont pas contenues dans la norme. Le schéma utilisé par la norme se contente de présenter le concept de base et la philosophie des systèmes automatisés. Il n'a pas pour vocation d'être un support de formation. Dès lors, pour des raisons pédagogiques, il est important de décrire l'intérieur de ces parties opérative et commande, d'ouvrir la boîte noire et de montrer les fonctions ou les organes internes et leur organisation. On retrouve là les schémas à deux niveaux tels que décrits par Chabal et al. (1973)<sup>5</sup> (cf. annexe 8). Le niveau général représente les parties du système et le niveau inférieur fait apparaître l'organisation fonctionnelle interne. Dès 1980, la revue industrielle *Télécontact*, très présente dans les établissements<sup>6</sup>, utilise ce type de schéma. C'est en effet un moyen de présenter de façon simple la structure interne d'un automate programmable et de mettre en évidence la notion d'interface (annexe 10-25)<sup>7</sup>. Cette façon d'aborder la structure d'un système automatisé est reprise par des éditeurs comme Dunod, chez qui trois équipes de professeurs proposent trois modèles différents (annexe 10-26, fig. *infra*)<sup>8</sup>.



**Figure 10-3 : schéma fonctionnel d'un système automatisé, variations chez un même éditeur**

<sup>1</sup> Durand Daniel (1979). *La systématique*. Paris : PUF.

<sup>2</sup> Naslin Pierre. (1965). *Introduction à la commande optimale*. Paris : Dunod.

<sup>3</sup> Annexe 10 : l'action de l'opérateur humain représentée par une flèche. Hazard Claude (1984). *La commande numérique des machines-outils. Technologie Programmation Applications*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Annexe 10 : dessin illustratif et schéma fonctionnel d'un système automatisé. Coureault Henri (1980). *Automatismes, les techniques pneumatiques. Préface de Daniel Bouteille*, Paris : Berger-Levrault.

<sup>5</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 56 et 57).

<sup>6</sup> L'abonnement à la revue *Télécontact* était gratuit. Celle-ci était surtout destinée aux sections d'électrotechnicien. *Télémechanique* édite également sous la direction de Claude Hazard, inspecteur général et ancien professeur aux Arts et Métiers, la collection « l'encyclopédie des Sciences et des Techniques Industrielles ».

<sup>7</sup> Annexe 10 : structure interne d'un automate programmable et interfaces. *Télémechanique* (1980).

L'automate programmable TSX 80. *Télécontact*, 130, 3-16.

<sup>8</sup> Annexe 10 : structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod.

Le fabricant de matériel électrique Télémécanique utilise également ce type de schéma (annexe 10-27)<sup>1</sup>, de manière originale, pour structurer la présentation d'une partie de son catalogue de composants d'automatisme. La fonction « *acquisition des données* » est l'occasion de présenter les différents interrupteurs de position ou les familles de détecteurs (inductifs, photoélectriques, etc.), la fonction « *commande de puissance* » regroupe les contacteurs, gradateurs et variateurs de vitesse. Il en est de même pour les fonctions « *distribution* » (de l'énergie), « *dialogue homme-machine* », « *traitements des données* » et « *actionneurs* ». Télémécanique utilise également ce type de schéma dans sa revue *Télécontact* pour présenter en perspective l'organisation d'un système automatisé (annexe 10-28)<sup>2</sup>.

Mais curieusement, de la même façon que dans les schémas à trois blocs décrits *supra*, le système apparaît comme fermé dans toutes ces représentations. Paradoxalement, rien n'y entre, rien n'en sort. Une exception toutefois, chez Casteilla (annexe 10-29)<sup>3</sup> dont le schéma intitulé « *Structure détaillée d'un automatisme* » fait apparaître une entrée et une sortie symbolisées par deux flèches autour du bloc « *unité de production* ». Mais ces flèches ne sont pas renseignées (il s'agit de la matière d'œuvre).

C'est finalement à un troisième type de schéma qu'est confiée la fonction de représenter ce qui entre et sort du système. Plus simple, le schéma est constitué d'un seul bloc. Il représente le système et ses entrées et sorties. On retrouve alors la notion plus familière de fonction globale (annexe 10-30)<sup>4</sup> dont la représentation semble enfin faire consensus entre éditeurs (cf. annexe 9-27). Mais l'unité est vite rompue et ce type de schéma est également utilisé pour isoler une fonction particulière. Se repose alors la question de l'harmonisation des modèles et notamment celle de l'ambiguïté de la fonction globale. Doit-on l'utiliser pour représenter le système ou bien les éléments du système pris isolément (annexe 10-31)<sup>5</sup> ? Une autre différence entre éditeurs, déjà rencontrée, refait surface. Est-il plus logique d'orienter la lecture du schéma de gauche à droite ou de haut en bas (annexe 10-32)<sup>6</sup> ? Ce type de schématisation se prête également à des représentations mixtes, c'est-à-dire faisant apparaître plusieurs fonctions d'une partie seulement du système, elle-même lisible de gauche à droite ou de haut en bas (annexe 10-33)<sup>7</sup>. Des représentations plus originales sont utilisées pour synthétiser différents

---

<sup>1</sup> Annexe 10 : schéma utilisé par Télémécanique pour présenter les composants d'automatisme de son catalogue. Hazard Claude (1985). *Les automatismes industriels aujourd'hui et demain*. Paris : Télémécanique/Nathan. (p. 10).

<sup>2</sup> Annexe 10 : schéma en perspective représentant l'organisation d'un système automatisé. Télémécanique (1983). La situation actuelle du départ terminal. *Télécontact*, 146, 4-10. (p. 4).

<sup>3</sup> Annexe 10 : la structure d'un système automatisé ouvert sur le milieu extérieur. Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla.

<sup>4</sup> Annexe 10 : représentation de la fonction globale. Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 46).

Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G (1982). *Construction industrielle. (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6).

Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla. (p. 10).

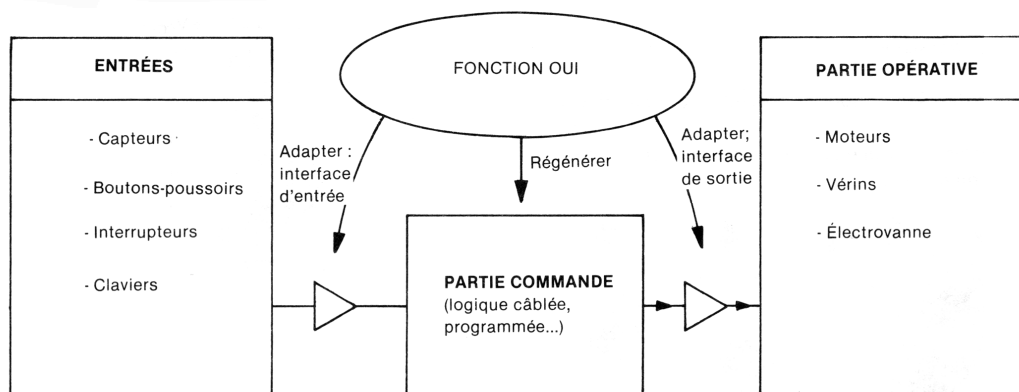
<sup>5</sup> Annexe 10 : fonction globale d'un élément du système. Merlaud et al (1981), op cité. (p. 47 et 48).

<sup>6</sup> Annexe 10 : lecture du schéma de gauche à droite ou de haut en bas. Merlaud et al (1981), op cité. (p. 291). Bossy et al (1985), op. cit. (p. 10).

<sup>7</sup> Annexe 10 : plusieurs fonctions d'une partie seulement du système. Merlaud et al (1981), op. cit. (p. 15 et 297).



types de schéma fonctionnel (annexe 10-34, fig. 10-4)<sup>1</sup> ou pour représenter, de manière incomplète, le triptyque énergie, information, matière (annexe 10-35)<sup>2</sup> (cf. § 9.5.2).



**Figure 10-4 : schéma fonctionnel d'un système automatisé (Bossy et Mérat, 1985)**

Une autre méthode pour aborder la structure d'un automatisme consiste à présenter les systèmes automatisés par analogie avec le corps humain.

### 10.5.3 Les analogies avec le corps humain

L'analogie entre la machine et le corps humain est un procédé utilisé dans l'enseignement technique depuis le milieu des années 1960 (cf. annexe 8-24-1)<sup>3</sup>. Il est donc naturellement réutilisé à l'occasion de l'étude des systèmes automatisés. Ainsi la revue *Télécontact* assimile de manière fort logique la fonction « *traitement* » au cerveau, la fonction « *détection* » aux sens, les « *actionneurs* » aux muscles, la « *commande de puissance* » à l'influx nerveux et la partie « *dialogue homme-machine* » à l'éducation et aux ordres. Curieusement seule la partie « *machine / processus* » ne représente pas de lien avec l'homme, alors qu'un membre comme la main, munie d'un outil pouvait parfaitement compléter l'ensemble (annexe 10-36)<sup>4</sup>.

Pour aborder les systèmes automatisés, Christian Merlaud et Jean Ozbold (1981)<sup>5</sup> comparent l'organisation d'un système automatisé et celle d'un système mécanisé. Dans un système mécanisé, l'homme remplit la fonction de partie commande. L'exemple d'un moulin à café électrique permet de mettre en évidence les ordres émis par la partie commande. Il s'agit de l'action sur un bouton poussoir qui permet d'amener l'énergie électrique au moteur. Dans ce cas, le bouton poussoir remplit la fonction de pré-actionneur. L'exemple d'une automobile et de son tableau de bord permet de sensibiliser les élèves aux notions de capteurs et d'information, notamment par la mesure et l'affichage de la vitesse, de la température du moteur, etc. Dans un tel système

<sup>1</sup> Annexe 10 : synthèse de différents types de schéma fonctionnel. Bossy et al (1985), *op. cit.* (p. 16). Hazard Claude (1985). *Les automatismes industriels aujourd'hui et demain*. Paris : Télémécanique/Nathan. (p. 10).

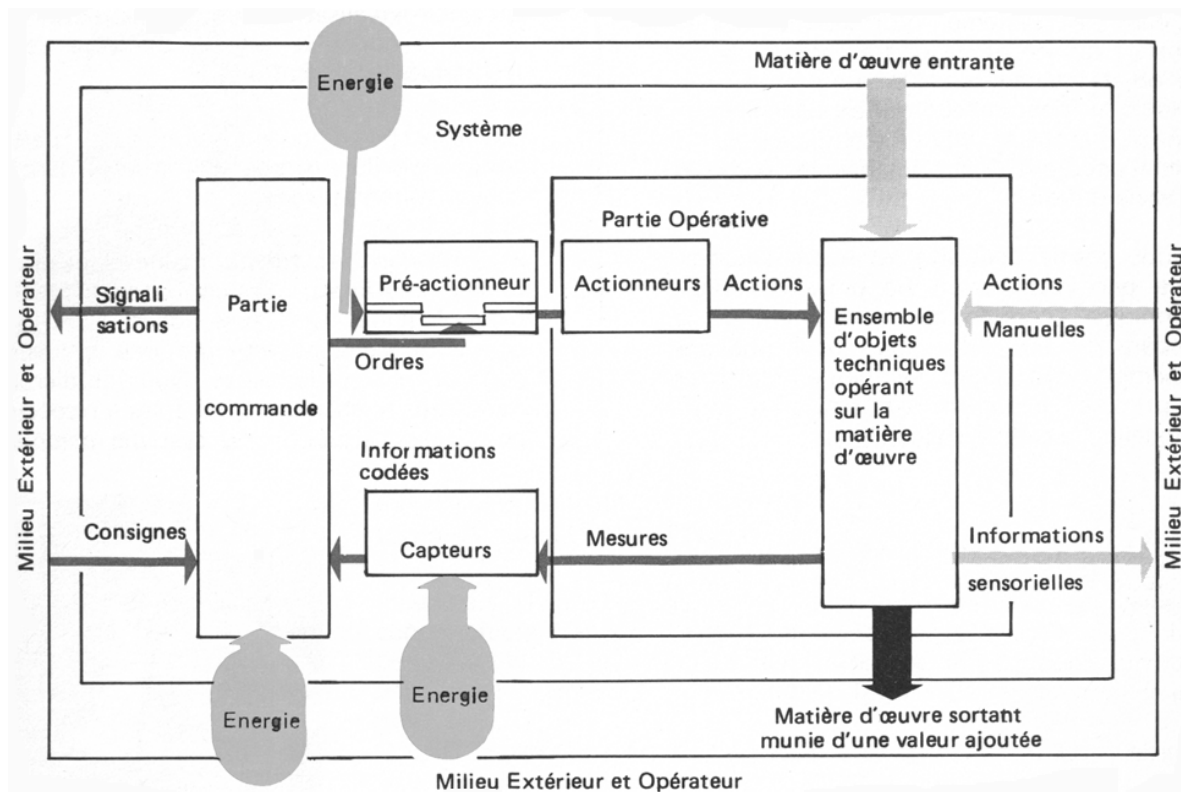
<sup>2</sup> Annexe 10 : le triptyque énergie, information, matière réapparaît de manière incomplète. Télémécanique (1984). *Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. Télécontact*, 149, 4-7. (p. 5).

<sup>3</sup> Cf. annexe 8-24-1 : le schéma fonctionnel outil pédagogique.

<sup>4</sup> Annexe 10 : le système automatisé vu comme un être humain. Télémécanique (1981). *Les automatismes. Un automatisme : le corps humain. Télécontact*, 137, 3-15. (p. 4).

<sup>5</sup> Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

mécanisé, la liaison fonctionnelle entre les informations et les ordres est une « *liaison par le savoir-faire* » assurée par le cerveau humain. Cette approche permet aux auteurs de proposer une représentation imagée d'un système mécanisé, sans ou avec retour d'information (annexe 10-37)<sup>1</sup>. Dans un système automatisé, la partie commande est remplacée par un dispositif automatique. En remplaçant le cerveau du schéma précédent par un dispositif automatique, les auteurs proposent, par analogie avec le corps humain, un schéma fonctionnel d'un système automatisé (annexe 10-38, fig. 10-5)<sup>2</sup>.



**Figure 10-5 : schéma fonctionnel interne d'un système automatisé (Merlaud et Ozbolt, 1981)**

Le schéma présenté dans le manuel est très complet. Il réinvestit les notions de milieu extérieur et fait apparaître la matière d'œuvre entrante et sortante ainsi que la valeur ajoutée<sup>3</sup>.

Mais du même coup, il s'en trouve aussi plus complexe. Et encore, l'élève ne risque-t-il pas de confondre l'opérateur humain dont la tâche est de conduire le système et la représentation « humaine » qui est faite de ce système ? Le propos du travail de recherche entrepris ici n'est pas de s'interroger sur cet aspect purement didactique de l'usage des schémas fonctionnels et sur les obstacles de compréhension que peuvent en avoir les élèves. Cependant en 2011, aucun travail de recherche sur ce thème ne semble avoir été mené (Joël Lebeaume et Christian Hamon, 2010)<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Annexe 10 : la place de l'humain dans un système mécanisé. Merlaud et al (1981), *op. cit.* (p. 17).

<sup>2</sup> Annexe 10 : schéma fonctionnel d'un système automatisé. Merlaud et al (1981), *op. cit.* (p. 19).

<sup>3</sup> La notion de valeur ajoutée absente des programmes scolaires est présente dans les manuels sans doute en référence à l'analyse de la valeur bien que celle-ci n'apparaisse dans les recommandations pédagogiques qu'en 1983 (*cf.* § 10.4.1). Il existe en effet des ouvrages traitant de l'analyse de la valeur.

<sup>4</sup> Lebeaume Joël, Hamon Christian (2010). La modélisation en technologie : des propositions pour l'enseignement et un chantier pour la recherche. *Spectre*, 40, 1, 30-33.

#### **10.5.4 L'absence de norme de représentation graphique des systèmes favorable à l'innovation pédagogique**

En l'absence de normes, toutes les représentations graphiques sont envisageables. Les professeurs créent les graphiques au gré de leurs besoins et participent à l'émergence de nouveaux concepts. C'est ainsi qu'une forme originale d'organigramme est utilisée pour décrire la périphérie de la partie commande d'un système automatisé à l'aide de bulles et de flèches (annexe 10-39)<sup>1</sup>. En 1982, lors de l'épreuve de construction du concours général de terminale E, un schéma utilisant des rectangles et des flèches est l'occasion de situer la partie de l'appareil à étudier parmi les différents éléments qui composent cet appareil (annexe 10-40)<sup>2</sup>. Un même type de schéma est proposé pour mettre en évidence des notions de mécanique (annexe 10-41)<sup>3</sup>. Les systèmes automatisés sont également l'occasion de recycler des concepts anciens mais efficaces comme les frontières d'isolement (annexe 10-42)<sup>4</sup> ou la décomposition sous forme arborescente des fonctions qui composent ces systèmes (annexe 10-43)<sup>5</sup>.

Une équipe de professeurs<sup>6</sup> propose la représentation graphique d'un appareil sous forme d'une chaîne d'éléments. Le schéma a pour fonction de permettre aux élèves de situer, au sein du système, les différentes évolutions des grandeurs caractéristiques de l'énergie entre l'entrée et la sortie du système (fréquence de rotation / couple mécanique et différence de potentiel / intensité du courant électrique). Au stade de chaque transformation, les calculs apparaissent en regard de la partie du schéma symbolisant les parties mécaniques et électriques qui réalisent les transformations (annexe 10-44)<sup>7</sup>. Cette représentation traduit la volonté d'inscrire l'outil graphique dans une méthode plus générale d'étude des systèmes. En effet, les outils graphiques pris isolément ne suffisent pas à l'étude des systèmes. Aussi, pour s'affranchir des difficultés inhérentes à l'analyse des systèmes automatisés, le recours au graphique doit être couplé à des activités sur des systèmes réels lors de travaux pratiques et à des outils et des méthodes d'analyse appropriés.

### **10.6 Les automatismes et de nouvelles méthodes pédagogiques**

Le développement des systèmes automatisés et notamment l'usage des automates programmables contraint les équipes pédagogiques à mettre au point des stratégies nouvelles d'apprentissage. Les recommandations de l'inspection générale orientent les innovations pédagogiques. Le recyclage de l'analyse fonctionnelle des objets techniques vers les automatismes est l'occasion de proposer une méthode d'analyse orientée du

---

<sup>1</sup> Annexe 10 : organisation interne des systèmes. Magniez et al, *op. cit.* (p. 27).

<sup>2</sup> Annexe 10 : appareils. MEN (1982). Concours général 1982. Épreuve de construction classe terminale E. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 2376, 41-43.

<sup>3</sup> Annexe 10 : notions de mécanique. Jourdan L., Perrin J., Bentz B., Cayol J.-C. (1981). *Technologie industrielle, exercices par étude de cas (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

<sup>4</sup> Annexe 10 : structure d'un système, frontières d'isolement. Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31. (p. 25).

<sup>5</sup> Annexe 10 : la notion d'analyse descendante. Merlaud, 1984, *op. cit.* (p. 24, 25 et 26).

<sup>6</sup> Gavignet L., Briselance C. (1981). *Naissance d'un appareil microtechnique au lycée Jules-Haag de Besançon. Techniques industrielles*, 125, 53-61. (p. 54).

général vers le particulier. Cette démarche se révèle être proche de celle utilisée pour l'enseignement de l'électronique.

### **10.6.1 Des équipements de type industriel pour des activités nouvelles et variées**

Outre l'intérêt lié à l'étude d'un produit hautement technologique, les systèmes automatisés permettent aux élèves de mener des activités variées, théoriques ou pratiques. L'élève en formation confronté à de tels systèmes peut en effet jouer tantôt le rôle de concepteur, tantôt celui d'utilisateur. Dans ce cas, comme dans l'industrie, l'opérateur humain est chargé de faire fonctionner le système ou, plus simplement, de surveiller son bon fonctionnement (il s'agit alors d'une analyse basée sur l'observation). Mais l'élève peut également assurer la mission de l'installateur et procéder au câblage, à l'implantation du programme dans l'automate et au test du système. Ou encore, il peut assurer la tâche du réglage ou de l'agent de maintenance, et pratiquer des opérations de diagnostic, de démontage, de remontage et éventuellement de modifications du programme. Enfin dans les classes terminales, les élèves abordent des activités de conception, d'élaboration du GRAFCET (niveaux 1 et 2), de choix des composants et de programmation. Les systèmes automatisés se prêtent également à des activités traditionnelles de dessin, de schématisation et de dimensionnement des composants. Ainsi l'étude des systèmes automatisés, en mettant l'élève en prise directe avec les pratiques industrielles, est-elle susceptible de bien s'intégrer dans l'enseignement de travaux pratiques. C'est le cas en première et terminale E, au niveau des baccalauréats de technicien industriel ou lors des activités d'agencement en seconde.

Une équipe de professeurs du lycée technique Paul-Langevin de Beauvais (Michel Aublin<sup>1</sup> et al., 1980)<sup>2</sup>, qui présente le dossier d'un thème d'étude réalisée avec des élèves de seconde, rapporte le « *grand enthousiasme des élèves lors des essais, manipulations...* ». Cette étude est conforme aux recommandations pédagogiques de l'inspection générale publiées en 1979<sup>3</sup> à propos de l'enseignement des automatismes dans les classes de baccalauréat de techniciens F1, F2, F3 et F10. Cet enseignement « *a pour but la connaissance des systèmes industriels automatisés en vue de leur exploitation, de leur réglage et de leur maintenance.* ». L'approche fonctionnelle des systèmes et la synthèse directe (le GRAFCET) doivent remplacer les anciennes pratiques qui datent de 1967 et 1971. Celles-ci

*« ne se trouvent plus aujourd'hui en harmonie avec les pratiques industrielles, non seulement sur le plan technologique, mais également sur le plan général de la conception, de la définition et de la maintenance d'un système automatisé. »*

---

<sup>1</sup> Michel Aublin est un futur inspecteur général de l'Éducation nationale de sciences et techniques Industrielles (IGEN STI).

<sup>2</sup> Aublin Michel et al. (1982). Automatismes dans les classes de seconde à option technologique. Machine de marquage. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 235, 26-33.

<sup>3</sup> Inspection générale des sciences et techniques industrielles (1979). Recommandations pédagogiques. Étude des automatismes dans les classes de BTn F1, F2, F3, F10. *Techniques industrielles*, 107, 31-33.

Paul Brard<sup>1</sup> (1982)<sup>2</sup> rapporte que, dès 1978, l'inspection générale des sciences et techniques industrielles, consciente du rôle fondamental de l'outil GRAFCET pour l'enseignement des automatismes, crée une commission de travail en liaison avec l'ADEPA. L'équipement des lycées en systèmes automatisés devient alors un enjeu commercial. En effet, trois fabricants se partagent le marché, Crouzet, Merlin Gérin<sup>3</sup> et Télémécanique. Merlin Gérin, associé aux usines Renault, commercialise les automates APRIL de la famille « PB » (PB3, PB6...), tandis que Télémécanique propose la gamme TSX (TSX80). Télémécanique a cependant une double avance sur ces concurrents. En effet, très active dans la mise au point du GRAFCET, elle dispose d'un « service relations enseignement » et diffuse gratuitement sa revue *Télécontact* dans les établissements. De plus, Télémécanique développe des consoles permettant la programmation des automates directement à partir de la syntaxe du GRAFCET. Jacques Lambert (1992)<sup>4</sup> a repéré huit articles signés par des collaborateurs de la société Télémécanique, publiés dans la revue *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique* entre 1977 et 1982. Cette lutte commerciale favorise l'implantation d'automates dans les lycées comme en témoignent les publicités dans les revues pédagogiques (annexe 10-45)<sup>5</sup>. Par contrecoup, le développement des automatismes favorise et même impose l'évolution des outils d'analyse fonctionnelle.

### 10.6.2 Les automatismes et l'évolution de l'analyse fonctionnelle

Avec le GRAFCET, « les conditions à remplir » et « les fonctions principales » de l'analyse fonctionnelle sont supplantées par la notion de « cahier des charges ». Celui-ci est introduit dans les programmes scolaires. Pour la première fois, les élèves sont invités à réfléchir sur les conditions qui permettent de prendre la décision de créer un appareil (annexe 10-46)<sup>6</sup>. Que de chemin parcouru depuis les écrits de Fernand Canonge ! Dans la mesure où le but du GRAFCET est d'élaborer un cahier des charges, celui-ci prend une importance considérable et entre de plain-pied dans les programmes. En effet, « l'analyse du besoin » permet de rédiger le « *cahier des charges [...] document contractuel* » pour répondre aux questions « *sur qui agit le besoin ?* », « *à qui profite le besoin ?* » et « *pourquoi est-il nécessaire ?* » (Merlaud *et al.*, 1981, p 34-35) (annexe 10-47)<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Ingénieur à Télémécanique, membre de l'ADEPA, il est un des principaux artisans de la normalisation du GRAFCET.

<sup>2</sup> Brard Paul (1982). Historique du GRAFCET. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 239, 10-11

<sup>3</sup> Selon Degoulange *et al* (1983, p. 177), c'est Merlin Gérin qui introduit le terme d'automate programmable en 1973 lors de la commercialisation en France de son modèle PB6. Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1983). *Automatismes classe de première et terminale - formation permanente. Fonctions logiques - GRAFCET - Gemma - Séquenceur - Automates programmables*. Paris : Dunod.

<sup>4</sup> Lambert Jacques (1992). *Vingt ans d'enseignement des automatismes dans l'enseignement secondaire technique et professionnel ou la production concertée d'un savoir technique à finalité didactique*. DEA de didactique des disciplines scientifiques (option sciences expérimentales). Sous la direction de André Terrisse. Orléans : Université Paul Sabatier.

<sup>5</sup> Annexe 10 : publicité pour l'automate programmable TSX 80 de la marque Télémécanique en 1980 en couverture du n° 223 de la revue, *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*.

<sup>6</sup> Annexe 10 : la prise de décision de créer un appareil. Policet Daniel, Carrère Henri (1983). *Technologie des fabrications – classe de seconde*. Paris : Foucher. (p. 10).

<sup>7</sup> Annexe 10 : les questions à poser pour rédiger un cahier des charges.

L'analyse fonctionnelle intègre ces nouvelles notions. Le recours aux organigrammes, initié en 1968 par Postic et Tilagone (cf. § 8.3.5), tend à se généraliser. Ils sont utilisés pour décrire les principes de conception des objets techniques (annexe 10-48)<sup>1</sup>, parfois en réutilisant le formalisme du GRAFCET<sup>2</sup> (annexe 10-49)<sup>3</sup>. Les organigrammes sont également utilisés pour étudier la réalisation d'un automatisme (annexe 10-50)<sup>4</sup> ou pour baliser les parcours de choix des composants d'automatisme, parfois en recourant au formalisme de l'algorigramme dont il est fait usage en informatique (annexe 10-51)<sup>5</sup>.

### 10.6.3 Une méthode d'analyse descendante

En 1984, Christian Merlaud (1984)<sup>6</sup>, professeur au lycée technique Diderot et à l'ENSET, membre de l'ADEPA, signe un article intitulé « *Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé* »<sup>7</sup>. Cet article, axé sur le GRAFCET, atteste d'une volonté de convergence entre des domaines proches tels que la productique, la description des systèmes et l'analyse fonctionnelle. Le qualificatif « descendant » se justifie par la démarche proposée qui repose sur une structure à trois niveaux : produits (à fabriquer), procédés (à mettre en œuvre pour obtenir le produit) et équipements (pour permettre la mise en œuvre). Cette démarche en trois temps est similaire à celle utilisée en analyse de la valeur lors de la conception d'un produit, qui consiste à définir successivement les objectifs, les fonctions et les moyens. L'analyse descendante apparaît comme un concept nouveau pour la description des systèmes. Trois points de vue peuvent être adoptés selon que l'on décrit le comportement du système, celui de la partie opérative ou celui de la partie commande. Pour chacun de ces points de vue, la spécification de la description peut se faire en termes fonctionnels (fonction de l'automatisme), opérationnels (moyens) ou technologiques (équipements) et selon une plus ou moins grande finesse (annexe 10-52)<sup>8</sup>. Comme le précise Christian Merlaud, « *l'avantage essentiel d'une analyse descendante réside dans le fait que toute modification à un niveau d'analyse n'induit de modification que sur le niveau inférieur* ». Mais l'analyse descendante est également appelée à se développer dans un but pédagogique pour permettre aux élèves d'appréhender de manière progressive la complexité des systèmes.

<sup>1</sup> Annexe 10 : principes de conception des objets techniques. Abril Jean-Claude, Clisson Gérard, Marc Daniel (1981). *Fabrications mécaniques – Lycées techniques – 2<sup>nde</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 28). Perrin Valéry, Fraquet Maurice (1983). *Technologie industrielle – options technologiques – classe de seconde*. Paris : Éducactiv. (p. 20).

<sup>2</sup> Avec tous les risques de confusion que cela peut entraîner chez les élèves.

<sup>3</sup> Annexe 10 : principes de conception des objets techniques sous forme GRAFCET. Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G. (1982). *Construction industrielle. (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6).

<sup>4</sup> Annexe 10 : principes de conception des automatismes. Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6). Télémécanique (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7. (p. 5). Randonneix R., Leuret G. (1980). Présentation de quatre supports pour l'enseignement des automatismes dans les classes de BTn. *Techniques industrielles*, 115, 31-43.

<sup>5</sup> Annexe 10 : parcours de choix des composants d'automatismes. Télémécanique (1981). Les automatismes. Structure d'un automatisme. *Télécontact*, 137, 3-15. (p. 15). Magniez et al, *op. cit.* (p 14).

<sup>6</sup> Agence nationale pour le développement de la production automatisée (cf. 10.1.3).

<sup>7</sup> La première partie de l'article s'inspire d'un ouvrage de Daniel Bouteille à paraître : *L'automatisation pneumatique au service de la productique aux éditions de l'Usine nouvelle*.

<sup>8</sup> Annexe 10 : le GRAFCET et l'émergence de l'analyse descendante.

## 10.6.4 Analyse des systèmes, une longueur d'avance pour l'électronique

C'est l'électronique, telle qu'elle est enseignée dans les lycées professionnels, qui la première donne une partie de la solution à la complexité de l'étude des systèmes. L'exemple de l'épreuve « Étude technologique d'un objet technique » du brevet d'études professionnelles (BEP) de la session 1980 est à cet égard très significatif. L'organisation de l'objet étudié est présentée à l'aide de trois types de schéma (annexe 10-53)<sup>1</sup>. Le premier, un simple rectangle, représente l'objet. La nature des entrées et des sorties, symbolisées par de simples traits à gauche et à droite du rectangle, est précisée dans un texte sous le schéma. L'ensemble permet de définir la fonction globale (rien de bien nouveau jusque-là). Le deuxième schéma est composé de plusieurs rectangles reliés par des flèches (fig. 10-6).

II/- Schéma fonctionnel de l'objet technique  
- Schéma fonctionnel des fonctions principales (F.P.) de l'objet technique (O.T.)

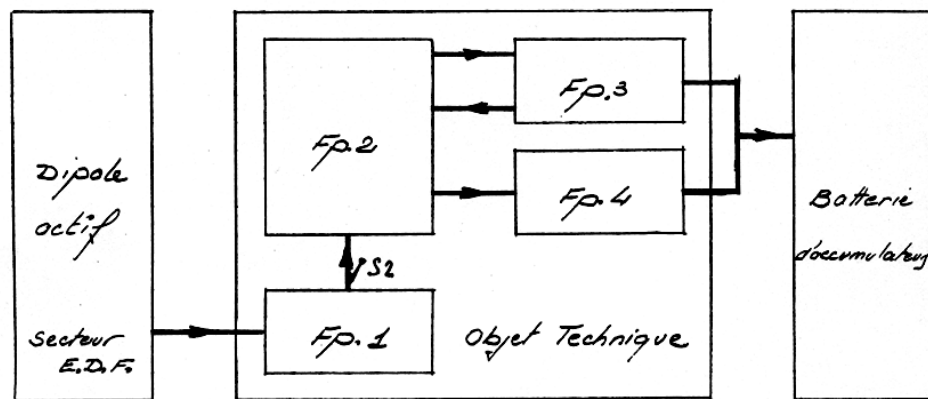


Figure 10-6 : schéma fonctionnel version électronicien (BEP électronique, 1980)

Baptisé « schéma fonctionnel des fonctions principales », il représente les fonctions principales qui composent la fonction globale. Les entrées et les sorties de chaque fonction principale sont décrites de la même façon que pour la fonction globale. C'est une première grande nouveauté. Puis, de la même façon, chacune des fonctions principales sont décomposées dans un nouveau schéma sous forme de rectangles représentant des fonctions secondaires, la nature des entrées et des sorties est bien sûr précisée. Un système de repérage des fonctions complète l'ensemble. Ainsi les fonctions principales sont repérées FP.1, FP.2, etc. Les fonctions secondaires sont repérées de la même façon à partir du numéro de la fonction principale à laquelle ils appartiennent. Ainsi pour FP.2, il existe les fonctions secondaires FS 2.1, FS 2.2, FS 2.3, etc. pour FP.3, le repérage est identique : FS 3.1, FS 3.2, etc.

En électronique, comme dans le domaine de la mécanique, les évolutions relatives à l'analyse fonctionnelle se font progressivement. En 1974, la représentation de l'objet use encore d'un vocabulaire utilisé dans l'industrie électronique. Le schéma synoptique n'a

<sup>1</sup> Annexe 10 : sujet de BEP électronique 1980. Épreuve d'étude technologique d'un objet technique. Schéma fonctionnel, fonction globale, fonctions principales et fonctions secondaires.

pas encore remplacé le schéma fonctionnel (annexe 10-54)<sup>1</sup>. Cependant la représentation des fonctions secondaires et leur repérage FS1, FS2, etc., laissent entrevoir les premiers résultats des travaux menés à l'ENNA de Paris sous la direction de l'inspecteur général Dominique Siciliano. L'objectif est de mettre au point une méthode complète d'analyse fonctionnelle adaptée à l'enseignement de l'électronique. L'électronique possède une longueur d'avance. C'est pourtant un mécanicien, André Campa, que Dominique Siciliano qualifie avec respect de « *mon mentor* », qui a initié ce mode de représentation à la fin des années 1960 (annexe 10-55)<sup>2</sup>.

Toutes ces nouveautés s'inscrivent en continuité des méthodes qui tendent à valider la valeur culturelle de l'enseignement de la technologie (cf. § 9.5.2). Cependant, il manque encore une unité de vue dans la schématisation des systèmes. Trop souvent les représentations graphiques apparaissent comme contradictoires entre elles. Ainsi paradoxalement, l'introduction du GRAFCET, outil graphique rigoureux par essence, en favorisant le développement de l'analyse fonctionnelle des systèmes, provoque-t-il un foisonnement de représentations qui peut nuire à la compréhension de la représentation.

## 10.7 Une période de transition annonciatrice de nouveaux changements

Le début des années 1980 est une période de transition sur les plans industriel et pédagogique. Le rapport remis au président de la République sur l'avenir de la mécanique produit des effets sans que le passage du témoin entre deux sensibilités politiques n'occasionne de heurts. Ainsi, la transformation de la classe de seconde, qui permet l'accès à une option technologie à tout élève qui le désire, s'accompagne-t-elle de changements symboliques comme l'instauration d'une épreuve de technologie au concours général<sup>3</sup> ou plus profonds comme l'introduction de la technologie dans les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles. Après l'intégration de l'enseignement technique dans les années 1960 dans l'organisation scolaire, l'évolution vers une reconnaissance effective de la technologie comme discipline de culture générale franchit une nouvelle étape.

Fin 1984, l'heure n'est plus à la discussion. Au collège, l'éducation manuelle et technique cède la place à la technologie. Pour Jean-Pierre Chevènement (1984, p. 3441)<sup>4</sup> l'introduction d'un enseignement technologique de deux heures hebdomadaires pour tous les élèves doit « *contribuer à réhabiliter la culture technique en l'insérant dans la culture générale.* ». Dans le même temps Roland Carraz (1984, p. 3445)<sup>5</sup>, nouveau

---

<sup>1</sup> Annexe 10 : sujet de BEP électronique 1974. Épreuve de technologie schéma. Schéma synoptique et fonctions secondaires.

<sup>2</sup> Annexe 10 : schéma relatif à l'étude fonctionnelle d'un appareil assurant le contrôle automatique des déplacements lors de l'usinage sur machine-outil. Campa André (1957). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil et à la pièce (suite). Contrôle des déplacements, appareils à contrôle automatique. *Le Cours Industriel*, 10, 261-266.

<sup>3</sup> Note de service n° 81-015 du 12 janvier 1981.

<sup>4</sup> Chevènement Jean-Pierre (1984). *Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale.* JORF n° 98 du 24 novembre 1984, p. 3440. Sénat, 28<sup>e</sup> séance du 23 novembre 1984.

<sup>5</sup> Carraz Roland (1984). *Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale.* JORF n° 98 du 24 novembre 1984, p. 3440. Sénat, 28<sup>e</sup> séance du 23 novembre 1984. Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale.



secrétaire d'État auprès du ministre de l'Éducation nationale chargé de l'enseignement technique et technologique, annonce les changements à venir : « *La modernisation de l'enseignement technique et technologique représente donc un enjeu considérable pour la nation tout entière.* ». Le secrétaire d'État déclare agir « *dans la perspective d'une grande politique pour l'enseignement technique et technologique* ». Il propose, dans les lycées, d'« *intégrer la technologie dans la didactique des matières principales et [de] réviser le contenu des enseignements technologiques eux-mêmes.* ». Tout un programme...

## IV - La disciplinarisation de la technologie

### 11. 1985-1990, le décloisonnement des spécialités des enseignements technologiques – Le paradigme des systèmes pluritechniques

La décennie 1980 s'achève dans une situation économique contrastée marquée par la fin du taylorisme et le développement des nouvelles technologies<sup>1</sup>. Les maîtres mots de compétitivité et de compétence s'imposent. L'analyse de la valeur arrive sur le devant de la scène. Le Japon et ses cercles de qualité sont cités en exemple.

Sur le plan politique le gouvernement de Pierre Mauroy est contraint à la démission suite à l'imposante manifestation qui regroupe dans les rues de Paris, le 24 juin 1984, plus d'un million de personnes pour la défense de l'école libre. Les manifestants rejettent le projet de loi d'Alain Savary<sup>2</sup> qui prévoit l'intégration des écoles privées dans un grand service public. Dans ce contexte, en 1985, le nouveau gouvernement<sup>3</sup> affiche des ambitions très élevées en matière d'éducation. Il prévoit de faire passer de 40 à 80 % le taux de jeunes d'une classe d'âge qui atteint le niveau du baccalauréat à l'horizon de l'an 2000. Ainsi, c'est sur un ton très républicain que Jean-Pierre Chevènement (1986)<sup>4</sup>, ministre de l'Éducation nationale, précise ses ambitions pour un « *lycée moderne* ». Celui-ci doit « *permettre à chacun de devenir un homme et un citoyen libre, conscient de ses droits et de ses devoirs. [...] répondre aux besoins de l'économie et de la société* ». Une nouvelle organisation des études est certes prévue dans les lycées généraux, mais seul le développement de l'enseignement technologique peut permettre d'atteindre l'objectif des 80 %. Dès la fin de 1985, la technologie est promue « *une des composantes fondamentales de la culture* », devant être enseignée de l'école jusqu'à l'enseignement supérieur par la loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel<sup>5</sup>.

« *Nous ne formons aujourd'hui ni assez d'ouvriers qualifiés, ni assez de techniciens, ni assez d'ingénieurs* », déclare Roland Carraz (1986)<sup>6</sup>, secrétaire d'État à l'enseignement technique et technologique. Ainsi se répètent les discours prononcés quarante ans plus tôt, après la fin de la guerre. Le ministre décide de « *faire de l'Enseignement technique le fer de lance de la modernisation du pays et de la promotion de sa jeunesse* ». La rénovation de l'enseignement technologique passe par une différenciation entre enseignement technologique et enseignement professionnel. De nouveaux baccalauréats technologiques et professionnels sont créés (annexe 11-1)<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Anonyme (1987). Éditorial. Électronique – Informatique. Bulletin de recherche sur l'emploi et la formation. *Bref*, 27, 1.

<sup>2</sup> Pierre Mauroy et Alain Savary sont respectivement Premier ministre et ministre de l'Éducation nationale du 22 mai 1981 au 19 juillet 1984.

<sup>3</sup> Parmi lequel Laurent Fabius est Premier ministre et Jean-Pierre Chevènement ministre de l'Éducation nationale (du 19 juillet 1984 au 20 mars 1986).

<sup>4</sup> Chevènement Jean-Pierre (1986). *Préface*. In Les lycées demain. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP.

<sup>5</sup> Loi de programme n° 85-1371 du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technologique et professionnel.

<sup>6</sup> Carraz Roland (1986). *Le fer de lance de la modernisation*. In Les lycées demain. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP.

<sup>7</sup> Annexe 11 : structure du système éducatif à l'horizon 1990.

Le rôle de la classe de seconde, dite de détermination, est confirmé. Le développement de la nouvelle option de technologie des systèmes automatisés (TSA) doit permettre d'élever le nombre de bacheliers scientifiques. Dans la continuité, la création d'universités de technologie et de centres polytechniques universitaires a pour objectif de faire passer de 7 700 à 10 000 le nombre d'ingénieurs en formation<sup>1</sup>. L'option TSA fait de la classe de seconde un véritable terrain d'expérimentation propice à l'innovation pédagogique. Les méthodes et les contenus des programmes de l'enseignement de la technologie sont redéfinis. Le décloisonnement des enseignements technologiques est porté à l'ordre du jour.

Plus que jamais l'enseignement de la technologie prend le visage d'un enseignement scientifique. Le baccalauréat E abandonne l'enseignement de l'usinage sur machines-outils et s'ouvre aux technologies de pointe. L'informatique (algorithmique et utilisation d'outils informatiques évolués) fait son entrée officielle et se développe dans le cursus des classes préparatoires aux grandes écoles<sup>2</sup>. Les élèves doivent « être capables d'utiliser une calculatrice scientifique programmable »<sup>3</sup>. La réussite de la réforme de l'enseignement professionnel et technologique implique une meilleure formation pour un plus grand nombre de professeurs.

## 11.1 Une loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel

La loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel<sup>4</sup> s'inscrit dans le prolongement des lois de 1971 et de 1975 qui organisent la distinction entre l'enseignement professionnel et l'enseignement technologique (cf. § 9.1.2. et 9.1.3.). Mais la loi de 1985, présentée par Roland Carraz, va plus loin. En effet, en distinguant nommément l'enseignement professionnel de l'enseignement technologique, l'article 8 consacre leur séparation. C'est la première inscription officielle de cette réalité : l'enseignement technologique existe dans les textes séparément de l'enseignement professionnel. Les missions, les diplômes, les établissements et les contenus de chacun des enseignements sont définis par la loi ou dans les décrets qui l'accompagnent.

### 11.1.1 Des missions différentes

Le texte précise que les formations technologique et professionnelle du second degré délivrent toutes deux une formation à un haut niveau. Une formation générale de haut niveau pour les formations technologiques et un haut niveau de connaissances

---

<sup>1</sup> Objectif de la loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel (dite loi Carraz, cf. § 11.1.1 *infra*).

<sup>2</sup> Arrêté du 17 juillet 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques supérieures et programme d'informatique des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales T' (p 1982), M, M', P et P' (p 1982), et TA (p 2152).

Instruction n° 87-243 du 11 août 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p 1982. Prise en compte de l'informatique dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P, P', T'.

<sup>3</sup> Arrêté du 22 février 1985. BOEN n° 19 du 8 mai 1985, p. 1514. Programmes des classes de mathématiques spéciales MM' et PP'.

<sup>4</sup> Loi n° 85-1371 du 23 décembre 1985. JORF du 26 décembre 1985, p. 15110. Loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel (dite loi Carraz).

<http://legifrance.com/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000693428&fastPos=1&fastReqId=1886894287&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>

techniques spécialisées pour les formations professionnelles. Les différences se situent également au niveau de la poursuite des études et de la finalité de la formation.

Les formations technologiques sont principalement organisées en vue de préparer les élèves à la poursuite d'études, ce qui advient pour 80 % des élèves qui suivent ce cursus. L'objectif est d'augmenter de 50 % le flux d'entrée des élèves vers les brevets de technicien supérieur (BTS). Dans le même esprit, les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles TA, réservés aux bacheliers F, sont réécrits<sup>1</sup> de manière à permettre aux élèves d'intégrer ces classes avec succès. Les 20 % des élèves qui ne poursuivent pas d'études après le baccalauréat ont accès à la vie active grâce à la formation qui inclut l'acquisition de connaissances et de compétences techniques et professionnelles.

À l'inverse, les formations professionnelles qui prévoient l'acquisition de connaissances techniques spécialisées sont principalement organisées en vue de l'exercice d'un métier. Elles peuvent néanmoins permettre de poursuivre une formation ultérieure.

### 11.1.2 Des baccalauréats différents

Après la réforme, l'enseignement technologique mène à des baccalauréats technologiques<sup>2</sup>, nouvelle appellation des baccalauréats de technicien. L'objectif à atteindre pour 1990 est de 70 000 élèves en formation dans un nombre réduit de séries du baccalauréat technologique.

Les enseignements professionnels du second degré sont traditionnellement sanctionnés par la délivrance d'un certificat d'aptitude professionnelle ou d'un brevet d'études professionnelles. La loi Carraz instaure un nouveau diplôme, le baccalauréat professionnel. Elle officialise ainsi une expérience menée depuis quelques années. En effet, au cours d'un entretien avec l'inspecteur général Dominique Siciliano, celui-ci déclare, non sans une certaine fierté : « *Je suis le père du bac pro finalement puisque j'ai créé le premier diplôme de niveau IV dans les lycées d'enseignement professionnel.* ». Ainsi le « *diplôme d'entretien préventif et de dépannage de matériel électronique grand public* » est créé entre les deux tours de l'élection présidentielle de 1981<sup>3</sup>. Dominique Siciliano précise que la victoire de la gauche étant « *quasiment* » acquise, il avait obtenu de Raymond Barre, alors Premier ministre, la levée du blocage que certains représentants de la droite parlementaire opposaient à cette création.

La préparation de ce nouveau diplôme comprend des périodes de formation en entreprise. Il est prévu un rythme de création de cinq nouveaux baccalauréats professionnels chaque année, pour un objectif de 80 000 élèves répartis dans 25 baccalauréats professionnels en 1990. Les baccalauréats professionnels sont ainsi au cœur du dispositif pour atteindre l'objectif des 80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat. L'objectif est de diminuer le nombre de baccalauréats technologiques et d'augmenter celui des baccalauréats professionnels.

<sup>1</sup> Arrêté du 22 novembre 1985. BO n° 11 du 20 mars 1986, p. 1035. Horaires et programmes des classes de technologie et mathématiques supérieures et technologiques et mathématiques spéciales TA.

<sup>2</sup> Décret n° 86-378 du 7 mars 1986. BO n° 12 du 27 mars 1986, p. 1150. Création du baccalauréat technologique.

<sup>3</sup> Arrêté du 12 mai 1981. JORF du 15 mai 1981, p. 4620 (publié au BO n° 22 du 4 juin 1981, p. 1764). Diplôme d'entretien préventif et de dépannage de matériel électronique grand public.

Dans ce contexte de redistribution des rôles, les brevets de technicien, dont le statut était ambigu (cf. § 9.1.13), sont en quelque sorte les témoins à titre posthume de la séparation des enseignements technologiques et professionnels. Ils doivent en effet disparaître pour être transformés soit en baccalauréats technologiques, soit en baccalauréats professionnels.

### **11.1.3 Des établissements différents**

Avec la mise en place de la réforme, l'enseignement technologique désigne désormais l'enseignement dispensé dans les anciens lycées techniques (LT). Ces derniers partagent alors avec les lycées d'enseignement général le nom de lycée d'enseignement général et technologique (LEGT). Cette désignation n'est pas anodine, elle reflète la volonté de rapprocher l'enseignement technologique de l'enseignement général.

À partir de la rentrée 1986, l'enseignement professionnel est dispensé dans les lycées professionnels (LP) qui remplacent les anciens lycées d'enseignement professionnel (LEP). Ainsi la séparation sémantique entre professionnel et technologique est-elle confirmée de manière physique par des établissements distincts. À partir de 1986, les lycées professionnels accueillent des classes de quatrième et troisième technologique.

### **11.1.4 Des contenus différents**

La mise en place des baccalauréats technologiques est l'occasion de rapprocher les contenus d'enseignement technologique avec ceux des enseignements des baccalauréats généraux.

Dans l'enseignement professionnel au contraire, les programmes d'enseignement sont remplacés par des référentiels qui décrivent des fonctions et des activités professionnelles. Les textes précisent ainsi pour chaque baccalauréat professionnel, un ensemble de connaissances et de compétences liées au métier préparé.

Le développement conjoint de l'enseignement professionnel et de l'enseignement technologique contraint à réviser la politique de formation des maîtres.

## **11.2 L'influence sur la formation des professeurs de la loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel**

Les orientations favorables à l'enseignement technologique nécessitent la formation et le recrutement d'un nombre croissant de professeurs. Entre 1985 et 1990, 8 250 emplois supplémentaires doivent être affectés aux enseignements technologiques et professionnels (dont 2 500 dans les établissements d'enseignement supérieur). Les revendications syndicales aidant, la mise en place d'un corps unique de professeurs progresse. Dans les lycées professionnels, la création du baccalauréat professionnel s'accompagne de la création d'un deuxième grade du corps de professeur de lycée professionnel (PLP2) avec alignement indiciaire sur le grade de professeur certifié.

Dans les lycées généraux et technologiques, l'alignement du nouveau statut des professeurs techniques (PT-LT) se fait sur le CAPET (certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique). De nouveaux concours sont créés. Un centre de formation

des professeurs de l'enseignement technique (CFPET) est ouvert à Cachan et dans des antennes délocalisées. Les CFPET préparent à la licence avant d'être finalement intégrés aux nouveaux Instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM).

### **11.2.1 Nouveau CAPET et corps unique de professeurs pour la voie technologique**

L'année 1986 est marquée par un événement majeur pour l'enseignement technologique. Un décret<sup>1</sup> harmonise les titres des professeurs de l'enseignement technologique. Son article 3 précise :

*« Les professeurs techniques de lycée technique sont intégrés, à la date de publication du présent décret, dans le corps des professeurs certifiés à égalité d'échelon et conservent l'ancienneté acquise dans l'échelon. ».*

Ainsi les professeurs d'atelier (fabrication) sont-ils confondus avec les professeurs d'enseignement théorique (construction, dessin). N'enseignent alors dans les lycées d'enseignement général et technologique que des professeurs certifiés ou agrégés. Un arrêté<sup>2</sup> crée de nouveaux CAPET (annexe 11-2)<sup>3</sup> pour les recrutements futurs. La nature, la durée et les coefficients des épreuves du concours des CAPET sont alors modifiés (annexe 11-3)<sup>4</sup>. Les CAPET industriels B1 à B4 sont remplacés par quatre CAPET déclinés en treize options. Sont ainsi créés des CAPET de génie mécanique (options construction, productique ou maintenance), de génie civil (options structures et ouvrages ou équipements et énergie), de génie industriel (options bois, structures métalliques, plastiques et composites, verre et céramique ou textile et cuir) et de génie électrique (options électronique et automatique, électrotechnique et énergie ou informatique et télématique). Le CAPET B5 (éducation manuelle et technique et enseignement technologique) est remplacé par le CAPET technologie avec trois options (construction mécanique, construction électrique ou gestion). La nature, la durée et les coefficients des épreuves de ce nouveau CAPET sont également modifiés (annexe 11-4)<sup>5</sup>. Ces différents CAPET permettent de couvrir d'une part les enseignements de technologie dispensés au collège (CAPET technologie) et d'autre part l'ensemble des enseignements industriels des diplômes préparés dans les lycées, c'est-à-dire le baccalauréat E, les baccalauréats de technicien (BTn), les brevets de technicien (BT) et les brevets de technicien supérieur (BTS).

Ainsi le certificat d'aptitude à l'enseignement technique des professeurs de lycées techniques (CAPT-LT) disparaît-il au profit du CAPET dont les modalités de recrutement sont réformées. Celui-ci peut être obtenu par le biais de deux concours différents. Le premier est ouvert aux candidats titulaires d'une licence, d'un titre d'ingénieur ou ayant exercé pendant cinq années à un poste de cadre reconnu par les conventions collectives. Le second est ouvert aux élèves professeurs ayant suivi les deux années du cycle

---

<sup>1</sup> Décret n° 86-488 du 14 mars 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 5. Modifiant le décret n° 72/581 du 4 juillet 1972 relatif au statut particulier des professeurs certifiés.

<sup>2</sup> Annexe 11 : arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 19. Sections et modalités d'organisation du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

<sup>3</sup> Annexe 11 : liste des 14 CAPET et des 22 options.

<sup>4</sup> Annexe 11 : natures, durées et coefficients des épreuves aux concours des CAPET de génie mécanique, génie civil, génie industriel et génie électrique.

<sup>5</sup> Annexe 11 : natures, durées et coefficients des épreuves aux concours des CAPET de technologie.

préparatoire au CAPET (CP CAPET). La formation de ces futurs professeurs est alors réorganisée.

### **11.2.2 Nouvelles modalités de formation des professeurs de lycées techniques, des CFPET aux IUFM**

Les modalités de recrutement au cycle préparatoire au CAPET et la formation en deux ans sont conservées (concours interne et externe). De nouveaux concours de recrutement sont ouverts, qui s'alignent sur les nouveaux CAPET (29 concours correspondant aux 14 CAPET différents et à leurs 22 options)<sup>1</sup>. La durée des épreuves est légèrement modifiée (annexe 11-5)<sup>2</sup>.

Après le changement de statut de l'ENSET qui devient l'ENS Cachan<sup>3</sup> en 1986, le concours d'admission à l'ENS de Cachan remplace, sans changement, l'ancien concours d'admission à l'ENSET<sup>4</sup>. Dans le même temps, les modalités de formation des futurs professeurs de lycée technologique sont révisées. En 1988 est créé le centre de formation des professeurs de l'enseignement technique<sup>5</sup> (CFPET), rattaché au centre national de l'enseignement technique (CNET). Le CFPET a pour mission d'assurer la formation des élèves professeurs du CP CAPET et de participer, en liaison avec les centres pédagogiques régionaux (CPR) et les établissements publics d'enseignement supérieur, à la formation technique et pédagogique des professeurs stagiaires admis au CAPET. Il participe également à la formation continue des professeurs de l'enseignement technique et contribue à la recherche fondamentale et technologique ainsi qu'à la recherche en sciences de l'éducation. Les quatre centres de formation des professeurs techniques sont redéployés « *dans une quinzaine d'antennes universitaires avant de se fonder en 1991 dans les IUFM.* ». (Patrice Pelpel, 2001, p. 193)<sup>6</sup>.

En 1990, conformément à l'article 17 de la loi d'orientation sur l'éducation (1989)<sup>7</sup> sont créés, dans chaque académie, des Instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM)<sup>8</sup> rattachés à une ou plusieurs universités. Comme le précise le texte, ceux-ci « *conduisent les actions de formation professionnelle initiale des personnels enseignants. Celles-ci comprennent des parties communes à l'ensemble des corps et des parties spécifiques en fonction des disciplines et des niveaux d'enseignement.* »

Les Écoles normales d'instituteurs (ENI), les Écoles normales nationales d'apprentissage (ENNA), les centres pédagogiques régionaux (CPR) et les centres de

---

<sup>1</sup> Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 31. Sections et modalités d'organisation des concours d'entrée en cycle préparatoire au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

<sup>2</sup> Annexe 11 : natures, durées et coefficients des épreuves aux concours du cycle préparatoire aux CAPET de génie mécanique, génie civil, génie industriel, génie électrique et de technologie.

<sup>3</sup> Décret n°86-499 du 15 mars 1986. JORF du 16 mars 1986, p. 4343. Fixant les règles particulières d'organisation et de fonctionnement de l'École normale supérieure de Cachan.

<sup>4</sup> Arrêté du 29 août 1988. BO n° 33 du 6 octobre 1988, p. 2123. Conditions d'admission à l'École normale supérieure de Cachan pour 1989.

<sup>5</sup> Arrêté du 22 avril 1988. JORF du 4 mai 1988, p. 6084. Relatif à l'organisation et au fonctionnement du Centre de formation des professeurs de l'enseignement technique.

<sup>6</sup> Pelpel Patrice (2001). *Apprendre et faire - Vers une épistémologie de la pratique ?* Paris : L'Harmattan.

<sup>7</sup> Loi n° 89-486 du 10 juillet 1989. BO spécial n° 4 du 31 août 1989, p. 3. Loi d'orientation sur l'éducation (dite loi Jospin).

<sup>8</sup> Décret n° 90-867 du 28 septembre 1990. JORF n°226 du 29 septembre 1990, p. 11839. Fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des Instituts universitaires de formation des maîtres.

formation des professeurs de l'enseignement technique (CFPET) sont alors intégrés dans les IUFM. Cependant des disparités persistent selon les académies. Pour exemple, dans l'académie de Toulouse :

« Héritier de neuf Écoles normales et d'un CPR, cet IUFM est caractérisé par une représentation forte des formations technologiques, liée à l'existence antérieure d'une École normale nationale d'apprentissage, et de plusieurs délocalisations du CFPET de Cachan. ».

La transition peut aussi se faire dans la douleur comme en témoigne Michel Nowé dans sa thèse (2008)<sup>1</sup>. Formateur de 1983 à 1990 au CFPET d'Armentières, il décrit les conditions de création de l'IUFM de l'académie de Lille :

« ... notre centre a été détruit sans qu'aucun bilan, ni évaluation n'ait été réalisé. L'expérience acquise au cours de l'existence de ce centre de formation a été jetée à la corbeille et notre équipe de formateurs dispersée ! »

D'autres académies, comme celle d'Aix-Marseille par exemple<sup>2</sup>, ne disposent d'aucune tradition de formation des professeurs de l'enseignement professionnel ou technologique. Dans ce cas, les dispositifs de formation et les stages en entreprise sont mis en place *ex nihilo*. La création des IUFM tombe à point nommé car l'enseignement technologique se développe et réclame des professeurs.

### **11.3 Des changements importants dans les options de la technologie industrielle en classe de seconde, première et terminale**

La réorganisation des classes de seconde est l'occasion de remettre à plat l'enseignement technologique dispensé depuis 1981 sous forme de deux options. La première option de trois heures était offerte à tous les élèves<sup>3</sup>. La deuxième option de onze heures, qualifiée de lourde, était ouverte aux élèves désireux de poursuivre des études technologiques en première et terminale (baccalauréat E, brevet ou baccalauréat de technicien). En 1986, ces deux options sont supprimées et remplacées par deux options de quatre heures. Leur intitulé renseigne sur les grandes lignes de leurs contenus. La première option dite de technologie des systèmes automatisés (TSA) est ouverte à tous les élèves dans les mêmes conditions que l'ancienne option de trois heures. Elle est obligatoire pour les élèves désireux de poursuivre vers un baccalauréat E. La deuxième option dite « productique » vient en complément de l'option TSA pour les élèves souhaitant préparer un baccalauréat technologique. Elle est organisée en différents modules. La réforme est également l'occasion de supprimer l'Éducation manuelle et technique (EMT), remplacée par l'option TSA en seconde et par une option complémentaire « *technologie industrielle* » de trois heures en première et en terminale.

Cette nouvelle organisation permet une rationalisation des options de technologie en seconde. De manière schématique, les contenus de l'ancienne option de technologie

---

<sup>1</sup> Nowé Michel (2008). *Contribution à l'étude qualitative de l'alternance éducative. Entre alternance prescrite et alternance vécue : la construction d'un tiers temps*. Thèse. Université des sciences et technologies de Lille. Département des sciences de l'éducation, CUEEP, Lille 1. Laboratoire TRIGON – CIREL.

<sup>2</sup> IUFM UNIMECA (2002).

<http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/te/recherche/publications/ginestie/st-ent.htm>

<sup>3</sup> Mais uniquement dans les lycées techniques.



de 11 heures, réactualisés, sont répartis sur les deux nouvelles options, la TSA et la productive. L'enseignement de l'option TSA est « *orienté essentiellement vers l'acquisition de connaissances et de démarches propres à la connaissance et à la compréhension et à l'utilisation des systèmes automatisés* ». L'enseignement de l'option productive est centré sur « *l'organisation et la mise en œuvre des moyens de production* » tout en accordant une « *part importante à l'électronique et l'informatique appliquées aux systèmes industriels.* ». L'option productive permet un approfondissement dans certains domaines industriels de la mécanique, du génie civil, de l'électronique, de l'informatique ou de l'habillement. Pour résumer, un élève de seconde a désormais le choix ou l'obligation suivant les cas :

- de ne prendre aucune option technologique ;
- de suivre l'option TSA (quatre heures) pour découvrir les systèmes automatisés et éventuellement de suivre l'option complémentaire technologie industrielle (trois heures) en première et terminale, et de passer une épreuve facultative de technologie au baccalauréat<sup>1</sup> ;
- de suivre l'option TSA (quatre heures) pour découvrir les systèmes automatisés et éventuellement préparer un baccalauréat E (huit heures de technologie en première et autant en terminale)<sup>2</sup>. Pour les élèves décidés à préparer un baccalauréat E, le choix de l'option productive en plus de l'option TSA est recommandé mais pas obligatoire ;
- de suivre les options TSA (quatre heures) et productive (quatre heures) pour préparer ensuite un baccalauréat technologique.

Avec la disparition de l'EMT, il existe dorénavant une filière technologique clairement identifiable au lycée qui débute dès la classe de seconde par une option généraliste (TSA) et une option spécialisée (productive).

### **11.3.1 L'option technologie des systèmes automatisée (TSA) en seconde**

Les nouveaux programmes de l'option TSA paraissent en décembre 1986<sup>3</sup> pour une application à la rentrée de septembre 1987. Le préambule, commun avec celui des programmes de l'option productive, précise :

*« La technologie concerne l'ensemble des systèmes pluritechniques dont la fonction commune est de conférer une valeur ajoutée à une matière d'œuvre qui peut se présenter sous forme de produit, d'énergie ou d'information. »*

Ainsi l'enseignement de l'option est-il orienté vers l'acquisition de connaissances et de démarches propres à la compréhension et à l'utilisation de systèmes pluritechniques automatisés. L'étude des différentes fonctions et de la conception des systèmes pluritechniques vise l'acquisition de connaissances décloisonnées<sup>4</sup> dans les domaines de

---

<sup>1</sup> Note de service 89-167 du 11 juillet 1989. BO n° 29 du 22 juillet 1989. Définition de l'épreuve facultative de technologie industrielle (série A, B, C D, D') du baccalauréat du second degré.

<sup>2</sup> À partir de 1989 (jusqu'en 1988 l'horaire est de 12 heures en première et 11 heures en terminale).

<sup>3</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> décembre 1986. BO spécial n° 1 du 5 février 1987, p. 114. Introduction de l'enseignement de la technologie des systèmes automatisés et de la productive en classe de seconde des lycées.

<sup>4</sup> Le terme décloisonné est également utilisé à l'époque par le syndicat patronal du Groupe des industries métallurgiques (GIM) à propos de l'introduction de la productive dans les entreprises industrielles.

la mécanique, du pneumatique, de l'électronique, de l'électrotechnique, de l'automatique et de l'informatique.

Les quatre heures d'enseignement de l'option TSA se déroulent en travaux dirigés sous la responsabilité d'un même professeur. Les travaux d'usinage sur machines-outils disparaissent. Dans le prolongement de la technologie enseignée au collège et en s'appuyant sur une méthodologie de résolution de problèmes techniques, l'enseignement de TSA est caractérisé par une approche globale et concrète, fondée sur l'observation et l'expérimentation de systèmes vus comme des ensembles de fonctions en interrelation et en relation avec l'extérieur. Les activités des élèves sont structurées autour des systèmes et de leur utilisation rationnelle, par l'observation et l'analyse des processus de production, l'expérimentation, la simulation en vue de l'étude de leur comportement, la représentation et la modélisation de leur fonctionnement.

Avec l'abandon total de toute référence à des matières ou disciplines, le nouveau programme de l'option TSA marque une rupture avec le passé. Celui-ci est structuré en sept chapitres :

- la production des biens et des services : matières d'œuvre et valeur ajoutée, notions de processus de fabrication, de besoin, de compétitivité... ;
- l'organisation générale d'un système automatisé : organisation interne, entrées et sorties... ;
- la partie opérative : actionneurs (vérins, moteurs), capteurs, transmission de mouvement, représentation graphique... (ce chapitre occupe 45 % du temps de la formation) ;
- la partie commande : logique combinatoire, Grafcet, objet techniques programmables, programmation... (ce chapitre occupe 30 % du temps de la formation) ;
- les relations partie opérative / partie commande : relais électromécanique, transmission des ordres et des comptes rendus ;
- le dialogue opérateur / partie commande : boutons, clavier, voyants... ;
- la mise en œuvre de systèmes automatisés : Grafcet et automate programmable industriel.

Chaque chapitre est décomposé en sous-chapitres qui définissent les contenus et les objectifs à atteindre. La forme retenue décrit les tâches à réaliser par les élèves sous forme de compétences :

*« Chapitre 7 - Mise en œuvre de systèmes automatisés*

*Compétence 7.1 : implantation et validation d'un Grafcet selon un point de vue commande sur un constituant programmable*

*Implanter un Grafcet sur un automate programmable...*

*Valider le fonctionnement de la partie commande par simulation. »*

Le repérage des compétences par un système indicé permet la mise en place de grilles afin d'assurer la répartition des contenus d'enseignement sur l'année en fonction des systèmes automatisés et des maquettes didactiques utilisées. La pédagogie par

objectifs, initiée dans les programmes de 1981, connaît un nouveau développement. Les compétences prennent en effet le pas sur les capacités (Hamon et Lebeaume, 2011)<sup>1</sup>.

### 11.3.2 L'option productique en seconde

L'option de seconde productique est complémentaire de l'option technologie des systèmes automatisés (TSA). Selon le programme, l'option productique est « caractérisée par le couple 'électronique informatique', d'une part, et l'organisation et la mise en œuvre des moyens de production, d'autre part. ». Cette caractéristique justifie l'organisation de l'option sur la base de la combinaison de deux modules A et B. Il existe trois modules A (A1, A2 et A3) et deux modules B (B1 et B2).

Les contenus des modules A sont centrés sur l'organisation et la mise en œuvre des moyens de production : en mécanique (A1) ; en génie civil (A2) ; en habillement (A3). Les contenus des modules B accordent une part importante, soit à l'électronique et à l'informatique appliquées aux systèmes industriels (B1), soit aux équipements techniques du bâtiment (B2). Les élèves choisissent une combinaison de modules en fonction de leur goût. Par exemple : A1 et B1, A3 et B1 ou encore A2 et B2, etc. Les quatre heures hebdomadaires sont partagées à égalité entre les modules A et B et sont données en travaux d'atelier. Cependant les choix sont contraints par l'existence ou non des équipements et des équipes pédagogiques spécialisés dans l'établissement que fréquentent les élèves. Par exemple, un élève ne pourra suivre en seconde le module A2 (génie civil) que dans un établissement où existe une section préparant au baccalauréat technologique F4 (génie civil). Ainsi les modules permettent-ils principalement de découvrir les baccalauréats technologiques préparés dans l'établissement fréquenté par l'élève et d'effectuer un choix d'orientation à l'issue de la classe de seconde.

L'enseignement en modules est assuré par des professeurs distincts mais la philosophie d'une « *approche globale et concrète des processus ou des systèmes* » est commune avec l'option TSA. Les activités des élèves reposent sur l'observation et l'analyse de processus de production, l'utilisation rationnelle de moyens de production, le mesurage de diverses grandeurs électriques et la mise en œuvre d'objets techniques programmables.

### 11.3.3 L'option complémentaire « technologie industrielle » en classes de première et de terminale

Comme le précise l'arrêté<sup>2</sup> qui en présente les programmes, les enseignements de l'« *option complémentaire technologie industrielle* » en classe de première et de terminale sont offertes aux élèves ayant suivi l'option TSA en classes de seconde. Ils facilitent l'accès aux carrières de haut niveau et offrent des perspectives de poursuite d'études scientifiques et technologiques, notamment vers les classes préparatoires aux grandes écoles ou les brevets de techniciens supérieurs (BTS) et les Diplômes

---

<sup>1</sup> Hamon Christian, Lebeaume Joël (2011). *Les compétences dans l'enseignement technologique en France : une longue histoire ?* Deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 & 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille III. Villeneuve-d'Ascq.

<sup>2</sup> Arrêté du 25 avril 1988. BO supplément au n° 21 du 2 juin 1988, p. 165. Complément à l'arrêté du 25 avril 1988, relatif aux programmes des classes de première et des classes terminales des lycées d'enseignement général et technologique – programme de l'option complémentaire des classes de première et terminale – Technologie industrielle série A, B, C, D.

universitaires de technologie (DUT). L'étude des systèmes pluritechniques est réalisée en travaux dirigés en continuité de ceux de la seconde TSA : même méthode pédagogique, même approche des systèmes, mêmes matériels et mêmes locaux.

Les enseignements se répartissent entre l'analyse fonctionnelle des systèmes en première et l'analyse structurelle des systèmes en terminale. Les apprentissages sont organisés autour de quatre grands domaines industriels : la construction mécanique (étude des parties mécaniques et des structures) ; l'automatique et l'informatique industrielle (étude fonctionnelle du traitement de l'information) ; l'électrotechnique (étude des flux d'énergie électrique) ; l'électronique (étude structurelle du traitement de l'information). Dans chacun de ces domaines, les objectifs du programme sont présentés en termes de capacités tels connaître, identifier, comprendre, interpréter, utiliser, analyser, proposer, produire et évaluer. L'analyse structurée des systèmes pluritechniques est menée en travaux pratiques à partir de supports techniques significatifs, réels ou didactisés, accompagnés de dossiers techniques. Le programme prévoit des visites d'entreprise. L'option complémentaire technologie industrielle donne lieu à une épreuve facultative au baccalauréat.

## **11.4 La technologie au baccalauréat général de la série E et aux baccalauréats technologiques**

Dans la foulée de la création des options TSA et productique, les programmes de technologie du baccalauréat E sont réécrits. Ces programmes s'inscrivent en continuité de ceux de la TSA. Les modifications apportées affectent la présentation, les contenus ainsi que l'organisation pédagogique et les horaires d'enseignement. Les baccalauréats technologiques sont également rénovés et un rapprochement est opéré entre les séries par l'instauration d'un tronc commun en construction mécanique. Les nouvelles orientations de l'enseignement technologique visent essentiellement la poursuite d'études après le baccalauréat. Les changements sont placés sous le signe de la modernisation et se veulent en prise avec les évolutions technologiques et industrielles. En structurant la filière technologique du lycée, ces changements concourent au processus de disciplinarisation.

### **11.4.1 Le programme de 1988 du baccalauréat E**

Le nouveau programme de technologie industrielle du baccalauréat E paraît en avril 1988<sup>1</sup> soit un mois avant les élections présidentielles. Il ne s'applique qu'une année et est réécrit sans grand changement en 1989. Sa finalité diffère peu de celui de 1982. La présentation du programme reprend le discours institutionnel, Il s'agit de donner aux élèves une culture technique adaptée au monde actuel, une base cohérente et équilibrée, point de départ pour des études ultérieures, et un accès aux carrières scientifiques et techniques de haut niveau. Le programme de 1988 n'a pas subi l'influence des travaux de la COPRET<sup>2</sup>, il marque cependant une rupture avec les

---

<sup>1</sup> Arrêté du 22 avril 1988. BO supplément au n° 18 du 12 mai, Tome I, p. 5. Horaires et programmes des enseignements technologique des classes de première et terminale conduisant au baccalauréat de la série E et aux baccalauréats technologiques F1 - F2 - F3 - F4 - F9 - F10 option appareillage – Annexe II : programmes. Baccalauréat E.

<sup>2</sup> La deuxième COPRET (Commission permanente de réflexion sur l'enseignement de la technologie) a siégé jusqu'au début 1986.

programmes précédents pour au moins quatre raisons. Premièrement, sa rédaction emprunte la syntaxe utilisée par la pédagogie par objectif. Deuxièmement, il consacre un élargissement des objectifs généraux visant la compréhension et l'appropriation des démarches et des connaissances liées à la conception, la réalisation et l'utilisation des systèmes pluritechniques et des objets techniques. Troisièmement, il promeut une méthodologie d'approches systémique, fonctionnelle, matérielle, et d'analyses structurées appuyées sur l'expérimentation et les mesures. Enfin, les travaux pratiques d'ateliers disparaissent au profit d'activités favorisant une approche globale et concrète par des travaux pratiques sur des systèmes réels, maquettes, prototypes, produits réels ou simulés à l'aide de logiciels. Les technologies de pointes<sup>1</sup> remplacent ainsi l'usinage sur machines-outils.

Dès lors, les contenus, la présentation des programmes et l'organisation de l'enseignement sont largement modifiés. Le mouvement de scientification largement engagé dans les programmes de 1982 conduit à la spécialisation des enseignements. Tout comme en seconde, le triptyque dessin technique, technologie, atelier disparaît. Le programme est découpé en deux parties distinctes confiées chacune à un professeur agrégé. Cette modification dessine une nouvelle configuration disciplinaire (annexe 11-6)<sup>2</sup>.

L'étude des constructions est confiée à un professeur de génie mécanique. Il s'agit de présenter, sous une forme concrète et dans un esprit de décloisonnement des enseignements de technologie industrielle, des solutions achevées permettant de mettre en évidence l'agencement logique des fonctions. Cet enseignement repose sur l'étude fonctionnelle et structurelle des parties mécaniques des systèmes automatisés et des objets techniques, et sur l'étude des procédés de réalisation et d'industrialisation. Les outils privilégiés sont les logiciels de dessin, de conception et de fabrication assistés par ordinateur (DAO, CAO et FAO). Une place est consacrée à l'analyse de la valeur dans cette partie du programme qui s'intéresse principalement à trois phases du déroulement d'un projet industriel : A – la conception des ensembles ; B – la définition des éléments ; C – l'industrialisation des produits.

L'étude des systèmes techniques est confiée à un professeur de génie électrique. Cet enseignement repose sur l'étude fonctionnelle et structurelle des parties commandes (électronique analogique et numérique) et sur l'étude du traitement de l'information (systèmes programmés) et de la transmission de l'énergie électrique dans les systèmes automatisés (moteurs et leur commande). L'étude des systèmes techniques est structurée autour de deux axes principaux : D – l'automatique (notion d'asservissement) et l'informatique appliquées aux systèmes automatisés (gestion de l'information) ; E – l'électronique industrielle (annexe 11-7)<sup>3</sup>.

À titre transitoire, il est prévu que des professeurs certifiés puissent assurer ces enseignements. Ainsi la construction (parties A, B et C) peut-elle être prise en charge par des titulaires du CAPET B1, la partie automatique et Informatique industrielle (partie D)

---

<sup>1</sup> L'électronique, électrotechnique, automatique, informatique industrielle et traitement de l'information.

<sup>2</sup> Les deux parties du programme de technologie industrielle du baccalauréat E.

<sup>3</sup> Annexe 11 : horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1988.

par des titulaires du CAPET B1, B3 ou B4 et l'électronique industrielle (partie E) par des titulaires du CAPET B4.

Pour chacune des parties du programme, sont précisées les capacités qui définissent le niveau des connaissances, les contenus qui décrivent ces connaissances et des commentaires. La définition des épreuves d'examen fixe le niveau d'exigence. Cette façon nouvelle de présenter les programmes emprunte la syntaxe utilisée par la pédagogie par objectifs (PPO). Ainsi, par exemple, pour la partie B du programme :

« B. Définition des éléments

**Capacités**

*Connaissances : (connaître, identifier, reconnaître)*

*Connaître :*

*- les modes de représentation [...]*

*- les procédés [...]*

*Identifier : [...]*

*Compréhension : [...]*

**Contenus**

*B.1.1. Analyse fonctionnelle d'une partie opérative mécanique*

*B.1.1.1. Décomposition en blocs fonctionnels*

*- identification des données d'entrée, de sortie [...]*

*- identification des grandeurs [...]*

*\* Cette partie de programme s'appuie sur l'analyse descendante.*

*B.1.2 [...] »*

Enfin, ce qui est également nouveau, un tableau récapitulatif fait apparaître, pour les programmes de génie mécanique et les programmes de génie électrique, la répartition des enseignements et des propositions de volumes horaires à consacrer aux cours et aux travaux pratiques en laboratoire (TP) correspondant. Ces informations sont fournies distinctement pour les deux années de première et de terminale.

#### 11.4.2 Le programme de 1989 du baccalauréat E

Suite au changement de majorité politique puis du gouvernement<sup>1</sup>, les programmes du baccalauréat E sont réécrits, un an après la parution des précédents, ce qui constitue une première. Le programme de 1989<sup>2</sup> reste similaire à celui de 1988. Seuls les horaires d'enseignement subissent une sérieuse diminution passant de douze heures à huit heures par semaine en première et de onze heures à huit heures par semaine en terminale. Cependant, malgré ces réductions importantes, les horaires hebdomadaires restent supérieurs de quatre heures à ceux des baccalauréats scientifiques des séries C et D. Les réductions introduites en 1989 vont moins loin que celles réclamées par l'AFDET par la voix de son président et inspecteur général Henri Longeot (1986)<sup>3</sup>. Celui-

---

<sup>1</sup> Lionel Jospin est nommé ministre d'État, ministre de l'Éducation nationale, de la jeunesse et des sports (du 12 mai 88 au 23-juin 88) et Robert Chapuis, secrétaire d'État de chargé de l'enseignement technique (du 12 mai 88 au 15 mai 1991).

<sup>2</sup> Arrêté du 2 août 1989. BO spécial n° 5 du 31 août 1989, p. 3. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et terminale conduisant au baccalauréat de la série E.

<sup>3</sup> Longeot Henri (1986). L'enseignement dans les lycées. Des propositions du ministère de l'Éducation nationale. *L'enseignement technique*, 132, 17-47.

ci demande de ramener l'horaire de technologie à quatre heures en classe de première et à trois heures en terminale, l'AFDET estimant que la différence entre les séries

« ... crée une dissuasion évidente et limite, pour ce bac, le recrutement des élèves scientifiques se destinant à une carrière d'ingénieur ; lesquels se retrouvent avec une formation en sciences naturelles au lieu de recevoir une formation aux technologies nouvelles. » (p. 38).

On retrouve là une constante, exprimée dès la création du baccalauréat technique en 1946 (cf. § 5). Le poids des horaires des enseignements technologiques continue de peser de façon importante sur l'emploi du temps des élèves.

Le programme de technologie industrielle reprend les finalités et les objectifs généraux de celui de 1988, si ce n'est que les capacités terminales deviennent des compétences terminales. Robert Chapuis, secrétaire d'État chargé de l'enseignement technique, signe la préface de ce nouveau programme qui s'inscrit dans le cadre de la modernisation des contenus. Il fait référence aux classes préparatoires technologiques T et T' et aux écoles d'ingénieurs. L'augmentation du nombre de bacheliers scientifiques est à l'ordre du jour. Il faut «... augmenter le nombre de jeunes aptes à suivre les formations technologiques supérieures et fournir à notre pays les techniciens supérieurs et les ingénieurs dont il a besoin. ».

Un arrêté redéfinit les horaires ainsi que les programmes d'enseignement et d'examen. La réduction des horaires est justifiée par la nécessité de laisser plus de disponibilité aux élèves pour leur travail personnel. Les élèves ne bénéficient plus que d'une heure de génie mécanique et, une heure de génie électrique en classe entière. S'y ajoutent trois heures en groupe pour les travaux pratiques (TP) en génie mécanique et autant en génie électrique, soit huit heures hebdomadaires en première et autant en terminale (annexe 11-8)<sup>1</sup>. La pédagogie du projet et la progression individuelle des élèves sont privilégiées. La présentation et le contenu des programmes restent identiques à ceux de 1988. Un tableau comparable à celui de 1988 tient compte de l'allègement des horaires et de la suppression de certains contenus en résultant (en génie mécanique notamment). La réduction horaire implique une véritable nouveauté sur le plan pédagogique : l'enseignement devient essentiellement expérimental et les connaissances sont apportées aux élèves au cours des travaux pratiques. Le déroulement de ceux-ci doit être rigoureusement organisé. Le programme prévoit la constitution de trois types de dossiers à remettre aux élèves à chaque séance de TP : un dossier technique, un dossier pédagogique et un dossier de références. La mise en œuvre de ces types de dossier qui favorise le travail en autonomie a été expérimentée avec succès en classe de seconde TSA (cf. *infra* § 11.6.6).

Le dossier technique est constitué d'un ensemble de documents relatif au système étudié. Il peut s'agir de documents constructeurs, de notices techniques, de données du cahier des charges.

Le dossier pédagogique indique les objectifs pédagogiques, les données nécessaires pour atteindre les objectifs, les conditions de l'activité des élèves et les critères d'évaluation. Il s'agit en fait d'appliquer une pédagogie par objectifs,

---

<sup>1</sup> Annexe 11 : horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1989.

expérimentée puis mise en œuvre dans l'enseignement professionnel, selon une norme officielle en quatre points. Celle-ci décrit l'activité de formation / évaluation et permet de rendre opérationnels les objectifs. Pour cela doivent être énoncés :

- l'objectif poursuivi<sup>1</sup> exprimé en termes de capacité ;
- les conditions de réalisation exprimées en termes de moyen à disposition des élèves ;
- la performance attendue ou l'activité de l'élève exprimée en termes de comportement observable (on demande... ou l'élève sera capable de...) ;
- les critères de réussite, de validation ou d'évaluation en termes de niveau d'exigence.

Le dossier de références contient une synthèse des connaissances nouvelles abordées lors de la séance de travaux pratiques, complétée par des références bibliographiques et tous documents potentiellement utiles à l'élève.

Un ensemble de recommandations particulières précise pour chaque programme (génie électrique et génie mécanique) certains points clés et donne des exemples d'objectifs. Le programme est complété par un ensemble de dix-huit fiches (une par chapitre) définissant l'organisation du cours et des travaux pratiques. Chaque fiche est présentée selon un modèle type qui comporte le titre du chapitre, les objectifs à atteindre<sup>2</sup> exprimés selon la formule « à partir de..., faire... », la description du but et l'indication de la durée d'une part du cours et d'autre part des travaux pratiques. Chaque fiche se termine par la description des supports documentaires, matériels ou logiciels à utiliser (annexe 11-9)<sup>3</sup>.

Ainsi en l'espace de quelques années, une véritable révolution vient bouleverser les habitudes pédagogiques des professeurs. Que de chemin parcouru depuis les années 1970 où le programme se résumait à une liste d'items égrenant des contenus d'enseignement.

Il s'agit dorénavant, pour les élèves qui préparent un baccalauréat E, d'acquérir par un travail en autonomie des savoirs et savoir-faire mobilisables et transposables, utiles dans les formations supérieures, plutôt que des connaissances techniques rapidement obsolètes. L'enseignement de la technologie, débarrassé des tâches d'usinage, contribue ainsi à la formation générale des élèves et s'apparente de plus en plus à une discipline scolaire de culture générale prenant appui sur un enseignement expérimental.

### **11.4.3 Les programmes des baccalauréats technologiques**

La réorganisation de la voie technologique affecte l'ensemble des programmes des anciens baccalauréats de techniciens des domaines industriels. Les programmes des enseignements spécifiques des baccalauréats technologiques industriels<sup>4</sup> sont réécrits

---

<sup>1</sup> Plus tard il faudra préciser le niveau de l'objectif : intermédiaire ou terminal.

<sup>2</sup> Le programme comporte 42 objectifs répartis à égalité entre le génie électrique et le génie mécanique.

<sup>3</sup> Annexe 11 : exemple de fiche pédagogique (chapitre 7 – analyse de la valeur) qui accompagne le programme de technologie industrielle du baccalauréat E (1989).

<sup>4</sup> Il s'agit des baccalauréats technologiques F1, F2, F3, F4, F9 et F10 appareillage.



en 1988<sup>1</sup>. Ils s'accompagnent de commentaires généraux en 1989<sup>2</sup>. L'esprit de modernisation qui prévaut dans les textes s'inscrit en prolongement des programmes de TSA et productive de la classe de seconde. Selon Robert Chapuis, secrétaire d'État chargé de l'enseignement technique, qui a rédigé la préface des programmes, « *les nouveaux contenus doivent permettre aux 80 % des bacheliers F industriels qui poursuivent leurs études, de les aborder dans de bonnes conditions.* ».

Ces nouveaux programmes se caractérisent par un enseignement dénommé étude des constructions (mécanique et construction) commun à l'ensemble des baccalauréats technologiques industriels et une partie étude des systèmes techniques industriels spécifique à chacun d'eux. Ils sont mis en place après une consultation nationale ayant permis de recueillir l'avis des professeurs et s'accompagnent d'un effort budgétaire de l'État et des régions pour mettre en place un plan d'équipement (achat de matériels indispensables aux enseignements en travaux pratiques).

Cette rénovation se conjugue avec l'instauration officielle de la pédagogie par objectifs<sup>3</sup>. Apparaissent en effet la définition de capacités et la présentation sous forme de tableaux de type « *On donne (éléments fournis) ... ; On demande (travail demandé) ... ; On exige (indicateur d'évaluation) ...* » (annexe 11-10)<sup>4</sup>. La notion de niveau taxonomique fait également son apparition.

La fin des années 1980 est marquée par une modernisation de l'ensemble des enseignements technologiques dispensés dans les lycées général et technologique : options en classes de seconde, première et terminale ; baccalauréat E ; baccalauréats technologiques industriels. La mise en place de nouvelles méthodes pédagogiques et de nouveaux contenus se réalise de manière progressive, la classe de seconde TSA faisant office de laboratoire d'idées et d'applications. Une fois de plus l'analyse fonctionnelle cristallise l'ardeur des professeurs novateurs. Mais la normalisation de l'analyse fonctionnelle dans le cadre plus général de l'analyse de la valeur va troubler le jeu.

## **11.5 Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur, évolution délicate des contenus d'enseignement**

En France, l'analyse fonctionnelle s'est construite progressivement, notamment grâce au travail des novateurs tels que Fernand Canonge, Lucien Géminard et d'autres auteurs dont il a été question dans les chapitres précédents. Son principal défaut réside dans l'absence d'un formalisme commun à l'ensemble des utilisateurs, que ce soit à l'école ou dans l'industrie. Ce manque formel se situe tant au niveau du vocabulaire, que des graphismes et de la méthode d'analyse par elle-même. Ce problème est identique dans les entreprises où l'analyse de la valeur se pratique depuis le milieu des années 1960. Ce n'est qu'à partir de 1984 que l'Association française de normalisation (AFNOR)

---

<sup>1</sup> Arrêté du 22 avril 1988. BO supplément au n° 18 du 12 mai 1988, tome I, p. 49. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et terminale conduisant au baccalauréat de la série E et aux baccalauréats technologiques F1, F2, F3, F4, F9, F10 option appareillage.

<sup>2</sup> Arrêté du 2 août 1989. BO spécial n° 5 du 31 août 1989, p. 73. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et des classes terminales conduisant aux baccalauréats technologiques F1, F2, F3, F4, F9, F10 (appareillage).

<sup>3</sup> Arrêté du 22 avril 1988. BO spécial n° 1 du 6 avril 1989, p. 1. Commentaires des programmes de technologie industrielle.

<sup>4</sup> Annexe 11 : introduction officielle de la pédagogie par objectif (baccalauréat technologique F4) 1989.

publie un ensemble de « *normes expérimentales* » qui visent à remédier à cet inconvénient majeur. À partir des années 1990, ces normes perdent finalement leur caractère expérimental et sont officialisées (liste en annexe 11-11)<sup>1</sup>. Au moment de leur parution, elles intéressent au plus haut point le jeune enseignement technologique. En effet, elles codifient principalement le vocabulaire, les règles d'élaboration comme de mise en œuvre de l'analyse fonctionnelle du besoin et de l'analyse de la valeur. Certaines sont appelées à remplacer les outils d'analyse fonctionnelle mis au point depuis de nombreuses années dans les lycées professionnels et techniques. Cette transition s'avère délicate.

### **11.5.1 La normalisation de l'élaboration du cahier des charges**

Entre 1984 et 1987, l'AFNOR publie une série de normes relatives à l'analyse fonctionnelle et à l'analyse de la valeur. La première norme de cette série est relative aux « *règles d'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel* »<sup>2</sup> et notamment à « *l'expression fonctionnelle du besoin* ». Elle paraît en juin 1984<sup>3</sup> et est complétée par un fascicule de documentation (en avril 1987)<sup>4</sup> dont le but est de développer « *les motivations qui suscitent de faire appel à une méthode rigoureuse d'expression fonctionnelle du besoin* ». Ce document définit toutes les phases de discussion et d'élaboration de documents entre un « *demandeur* » et un « *concepteur - réalisateur* » avant la mise en production (ou la réalisation d'un prototype) d'un produit (annexe 11-12)<sup>5</sup>. Le produit peut être un matériel, un processus, une prestation de service, un équipement, etc. Le cahier des charges fonctionnel formalise l'expression fonctionnelle du besoin, il

*« ...contribue à la qualité définie comme 'aptitude d'un produit à satisfaire les besoins des utilisateurs' [...] favorise le dialogue entre les partenaires tout en restituant à chacun ses responsabilités. En libérant le jeu des techniques et des technologies, il renforce l'émergence de l'innovation. »*

Cette norme forme un ensemble cohérent avec celles qui paraissent sur l'analyse de la valeur en 1985. L'analyse de la valeur, méthode importée des États-Unis, est ainsi adaptée à l'expérience acquise en France.

### **11.5.2 Réduire les coûts, des origines de l'analyse de la valeur à sa normalisation en France**

C'est un contexte de pénurie de matière première aux États-Unis à la fin de la Deuxième Guerre mondiale qui oblige les industriels à résoudre par des solutions nouvelles des problèmes anciens. Les coûts de production s'en trouvent modifiés. Il arrive parfois, contre toute attente, que les solutions nouvelles soient plus économiques

---

<sup>1</sup> Annexe 11 : liste chronologique de parution des normes relatives à l'analyse fonctionnelle et à l'analyse de la valeur.

<sup>2</sup> Cette norme générale n'a cependant pas de lien avec la norme du Grafcet qui est une méthode spécifique pour la définition du cahier des charges d'un système automatisé. Le Grafcet peut cependant être une composante d'un cahier des charges.

<sup>3</sup> NF X 50-151. Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel - Expression fonctionnelle du besoin.

<sup>4</sup> FD X 50-100. De l'expression du besoin à la compétitivité.

<sup>5</sup> Annexe 11 : phases de discussion et d'élaboration de documents entre un « demandeur » et un « concepteur - réalisateur » (FD X 50-100).

que les anciennes. Réduire les coûts devient alors un objectif. C'est ainsi que Lawrence Delos Miles pose les principes de la « *value analysis* » qu'il développe ensuite au sein de la « General Electric Company ». L'analyse de la valeur telle qu'il la conçoit repose sur trois préceptes de bases, sept phases et treize méthodes (annexe 11-13)<sup>1</sup>. Parmi les outils proposés par Miles pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit, l'arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédé a été abondamment repris (annexe 11-14)<sup>2</sup>. L'ouvrage qu'il publie sur le sujet en 1961<sup>3</sup>, traduit en français en 1966<sup>4</sup>, trouve cependant peu d'écho de ce côté-ci de l'Atlantique. Claude Jouineau publie en 1968 « *L'analyse de la valeur. Méthodes, mise en œuvre, applications* », et précise en 1982<sup>5</sup>, à l'occasion d'une réédition revue et augmentée de l'ouvrage, que « *l'analyse de la valeur a pris dans notre pays un timide départ au début des années 1960...* ». De fait, quelques articles paraissent épisodiquement. Une trace apparaît à la fin des années 1960 dans un manuel de technologie de classes de quatrième de collège (Boutaud *et al*, 1970)<sup>6</sup>. L'ouvrage reproduit un extrait d'un article intitulé *Analyse de la valeur fonctionnelle*, paru dans le n° 127 de mars 1963<sup>7</sup> de la revue *acheteur* fondée par Jean Fourastié. Autre exemple, en 1971, un article de Cohen<sup>8</sup>, professeur de construction à l'ENI de Saint-Etienne, est agrémenté d'une bibliographie conséquente. Cohen précise alors que « *l'analyse de la valeur n'entre que très lentement dans les mœurs européennes.* ». De fait, les pédagogues de l'époque (Chabal *et al*, 1973)<sup>9</sup> sont septiques devant une méthode qui peut sembler concurrente à celle de l'analyse technique et fonctionnelle qu'ils développent eux-mêmes.

« *Il existe certes des méthodes d'analyse de la valeur (value-analysis), mais ces méthodes mettent cruellement en évidence l'insuffisance des moyens d'évaluation des coûts par rapport à la fonction dans la gestion des entreprises.* » (p. 12).

L'analyse de la valeur se développe en France à partir des écrits de Claude Jouineau (1968)<sup>10</sup>. Elle se déploie de manière indépendante par rapport aux travaux sur l'analyse fonctionnelle menés par les professeurs d'ENNA. « *Nous n'avions pas de contact avec les enseignants à l'époque [...] la rencontre avec les enseignants n'aura lieu qu'à la fin des années 1980* », précise Claude Jouineau<sup>11</sup>, créateur en 1978 de l'Association française pour l'analyse de la valeur (AFAV)<sup>12</sup>. Les travaux que l'association

<sup>1</sup> Annexe 11 : l'analyse de la valeur selon son concepteur, Lawrence Delos Miles

<sup>2</sup> Annexe 11 : arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédé pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit.

<sup>3</sup> Miles Lawrence Delos (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. New York : Mc Graw-Hill.

<sup>4</sup> Miles Lawrence Delos (1966). *L'analyse de la valeur, réduction scientifique du prix de revient*. Adaptation française par des ingénieurs du groupe Planus. Paris : Dunod.

<sup>5</sup> Jouineau Claude (1982). *L'analyse de la valeur. Méthodes, mise en œuvre, applications*. Paris : Entreprise moderne d'édition.

<sup>6</sup> Boutaud M., Largeau Ch., Vaysse P. (1970). *Technologie et mécanique - physique. Tome I - Classe de 4<sup>ème</sup>*. Voiron : Librairie Chemain. (p. 62).

<sup>7</sup> 1963 correspond à l'année de création du cabinet APTE qui introduit l'analyse de la valeur en France.

<sup>8</sup> Cohen E. (1971). Naissance d'un produit nouveau et analyse de la valeur. Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public. *Enseignement et technologie*, 4, 15-19.

<sup>9</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>10</sup> Jouineau Claude (1968). *Analyse de la valeur et ses nouvelles applications industrielles*. Paris : Entreprises Moderne Edition.

<sup>11</sup> Propos recueillis lors d'un entretien.

<sup>12</sup> [www.afav.asso.fr](http://www.afav.asso.fr)

mène entre 1982 à 1985 débouchent sur l'élaboration des normes publiées à partir de 1984. L'analyse de la valeur se propage alors dans l'industrie (Georges Damien, 1987)<sup>1</sup> mais aussi à l'Éducation nationale (Girardot, 1986)<sup>2</sup>. Pour Thierry Jagu<sup>3</sup>, ingénieur à l'AFNOR, l'un des intérêts de l'élaboration de documents normatifs est de construire un corps de doctrine de la méthode permettant de servir de support pédagogique pour l'enseignement. De fait l'analyse de la valeur fait son apparition dans les manuels scolaires et dans les programmes dès le collège. C'est finalement l'ouvrage rédigé après la parution des normes définitives en 1991 par le professeur à l'ENSAM d'Angers, Delafollie (1991)<sup>4</sup>, qui popularise au sein de l'enseignement technologique la méthode d'analyse de la valeur. La préface du livre, signée de Michel Mathieu, vice-président de l'AFAV, précise :

*« L'AFAV est particulièrement satisfaite de voir paraître un ouvrage qui apporte des informations complètes sur l'analyse de la valeur, l'analyse fonctionnelle et le cahier des charges fonctionnel, outils spécifiques de l' 'École française'. ».*

### **11.5.3 L'analyse de la valeur, prolongement de l'analyse fonctionnelle**

Les normes relatives à l'analyse de la valeur définissent un vocabulaire<sup>5</sup> et des caractéristiques fondamentales<sup>6</sup>. Ces normes paraissent en mai 1985 et sont complétées en 1987 par un fascicule de documentation<sup>7</sup> dont l'objectif est « *de donner des indications relatives à la mise en œuvre de l'analyse de la valeur : la présentation de la méthode, les moyens utilisés et l'exploitation contractuelle.* ».

L'avant-propos des recommandations pour la mise en œuvre de l'analyse de la valeur<sup>8</sup> débute par une définition : « *L'analyse de la valeur permet de concevoir, reconcevoir, ou rechercher un produit assurant, au meilleur coût, la satisfaction de l'utilisateur* ». Cette définition renvoie directement aux questions posées par Fernand Canonge (1959a)<sup>9</sup> un quart de siècle plus tôt dans sa quête d'une méthode d'analyse technique (Cf. *supra* § 8.3.2) :

*« ... est-ce que cet objet répond à sa fonction, aux conditions de simplicité, de robustesse, de maniabilité souhaitables ? Est-ce qu'il contient des erreurs ou des insuffisances dans sa conception technique ou mécanique ? Quels sont ses défauts ou ses qualités du point de vue de la facilité d'entretien ou de réglage ? A-t-il des qualités esthétiques ? Quel est son prix de revient...? ».* (p. 66).

---

<sup>1</sup> Damiens Georges (1987). Au service de la compétitivité L'analyse de la valeur. *Travail & Maîtrise La revue des Agents de maîtrise et des techniciens de l'industrie, supplément au n° 431, 1-16.*

<sup>2</sup> Girardot R. (1986). L'analyse de la valeur. *Techniques industrielles, bulletin spécial n° 16. Grenoble : CNDP, CRDP de l'académie de Grenoble.*

<sup>3</sup> Jagu Thierry (1987). En direct de l'AFNOR. Des normes guides, pour maîtriser la valeur d'un produit. *Technologie, 6, 7-24.*

<sup>4</sup> Delafollie Gérard (1991). *Analyse de la valeur.* Paris : Hachette technique.

<sup>5</sup> NF X 50-150. Analyse de la valeur – Vocabulaire.

<sup>6</sup> NF X 50-152. Analyse de la valeur – Caractéristiques fondamentales.

<sup>7</sup> FD X 50-153. Analyse de la valeur – Recommandations pour sa mise en œuvre.

<sup>8</sup> FD X 50-153, p. 3.

<sup>9</sup> Canonge Fernand (1959a). Méthode d'analyse technique. *Le Cours Industriel, 7, 193-194.*

L'analyse de la valeur répond en partie aux questionnements de Canonge. Il s'agit de la méthode rigoureuse dont Canonge (1959d)<sup>1</sup> appelait de ses vœux la concrétisation :

« ... nous voudrions bien qu'on nous donne une méthode d'étude 'des choses' et 'des travaux' applicable aux faits techniques qui fasse de l'enseignement proprement technique une discipline de l'esprit, à l'égal de la physique, des mathématiques, de l'histoire, de la géographie, qui ont chacune leur méthode. »

Ainsi l'analyse de la valeur apparaît-elle bien comme le prolongement normalisé de l'analyse fonctionnelle telle qu'elle est utilisée depuis de nombreuses années dans l'enseignement technologique. Jean Guillon (1965)<sup>2</sup> ne précise-t-il pas que l'analyse technique d'un problème appliquée à l'invention d'un objet débute par les questions « *quel est le but à atteindre, le besoin à satisfaire, la fonction à assurer ?* ».

Si elle permet de répondre aux questions soulevées par Canonge et Guillon, l'analyse de la valeur propose un angle de vue différent en s'intéressant avant tout à la réduction des coûts.

#### **11.5.4 Finalité, vocabulaire et méthodologie de l'analyse de la valeur**

Selon la norme<sup>3</sup>, l'analyse de la valeur est une méthode de compétitivité qui «  *vise à obtenir la meilleure adéquation du produit au besoin de l'utilisateur* », et dans laquelle le besoin est défini comme «  *la nécessité ou le désir exprimé par l'utilisateur* ». Dans les entreprises, un groupe de personnes aux compétences multiples est réuni pour atteindre cet objectif. Un responsable est nommé et l'action est menée selon un plan en sept points (annexe 11-15)<sup>4</sup>. Parmi ces points, la définition du cahier de charges fonctionnel (annexe 11-16)<sup>5</sup> et l'analyse des fonctions (l'analyse fonctionnelle) sont deux éléments-clés. Dans un contexte scolaire, seuls certains points sont développés. Il s'agit de la recherche d'informations, de l'analyse des fonctions (et des coûts)<sup>6</sup>, de la recherche d'idées et de l'étude et de l'évaluation de solutions possibles.

L'analyse «  *consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser* » les fonctions. Un véritable travail scolaire d'analyse de constatation ou de conception de tout ou partie d'un système est alors possible à partir de cette définition. À ce stade, il est important de préciser la manière dont la norme définit les fonctions et le vocabulaire qu'elle retient. Il existe deux types de fonction selon que l'on s'intéresse à la fonction du produit ou à sa structure organique.

Les fonctions de service définissent l'action attendue du produit. Elles comprennent les fonctions d'usage (faire ...), des fonctions d'estime (plaire ...) et des fonctions de contraintes (respecter la réglementation ...). Elles sont exprimées à partir de l'analyse fonctionnelle du besoin sans faire référence à la technologie employée. Elles peuvent

---

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1959d). Une méthode d'analyse technique ou des interdépendances. *Technique Art Science*, 3, 45-47.

<sup>2</sup> Guillon Jean (1965). L'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 117, 11-14.

<sup>3</sup> NF X 50-152. Analyse de la valeur – Caractéristiques fondamentales. (Avant-propos).

<sup>4</sup> Annexe 11 : les sept points du plan d'une analyse de la valeur (NF X 50-153).

<sup>5</sup> Annexe 11 : procédure de définition du cahier des charges fonctionnel (NF X 50-153).

<sup>6</sup> Il ne peut s'agir que d'une appréciation comme « l'acier coûte moins cher que le cuivre... ».

être principales si c'est la fonction pour laquelle le produit a été créé ou simplement complémentaire (un plus offert par le produit ...).

Les fonctions techniques, de conception ou de construction, internes au produit permettent de satisfaire les fonctions de service. Elles peuvent être principales ou complémentaires. Les fonctions techniques sont transparentes pour l'utilisateur.

Le travail préliminaire de recensement des différentes fonctions du produit permet de mener l'analyse fonctionnelle proprement dite. Celle-ci se décompose alors en quatre phases.

- caractériser les fonctions : énoncer des critères d'appréciation, préciser les caractéristiques (ou niveaux d'exigence) de ces critères et indiquer la flexibilité que ces critères peuvent tolérer ;
- ordonnancer les fonctions : les classer en fonctions de service et fonctions techniques et identifier les relations de dépendance entre elles ;
- hiérarchiser les fonctions : évaluer leur ordre d'importance ;
- valoriser les fonctions : concrétiser l'ordre d'importance par l'attribution à chaque fonction d'un poids en valeur relative ou absolue (indépendamment des solutions technologiques).

La mise en œuvre de ces quatre phases fondamentales permet de définir les actions à mener pour cibler des baisses de coûts par fonction tout en respectant le cahier des charges. « *L'analyse des fonctions et des coûts* » constitue l'action centrale d'une analyse de la valeur. La version définitive de la norme « *NF X 50-150 Analyse de la valeur – Analyse fonctionnelle* » qui paraît en 1990 présente un exemple à l'aide d'un tableau explicatif (annexe 11-17)<sup>1</sup>. Ce tableau révèle à la fois la simplicité méthodologique et la complexité technique de la mise en œuvre d'une analyse fonctionnelle rigoureuse.

Avec l'analyse de la valeur, l'enseignement de la technologie trouve un outil à la hauteur de ses ambitions. La dimension scientifique de la méthode s'inscrit parfaitement dans la volonté de reconnaissance de la technologie comme élément de culture.

### **11.5.5 Les outils graphiques de l'analyse de la valeur**

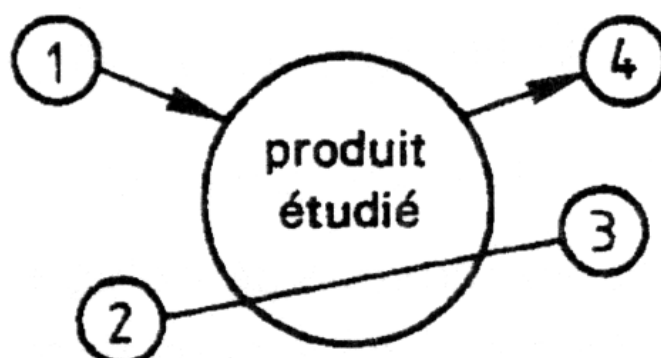
En 1987, une conférence - débat organisée par l'Association des ingénieurs Arts et Métiers de l'enseignement technologique (AMET) est l'occasion de faire le point sur l'analyse de la valeur. La revue *Technologies & Formations* reproduit les propos de Gérard Algré (1987)<sup>2</sup>, animateur analyse de la valeur à la direction des recherches et du développement de la régie Renault. Celui-ci présente, à partir de la norme, la démarche de l'analyse de la valeur, c'est-à-dire les sept phases de sa mise en œuvre. Il présente également parmi les outils auxquels fait appel l'analyse de la valeur, ceux spécifiques à la méthode. L'article reprend ainsi les deux représentations graphiques fondamentales de l'analyse de la valeur. La première permet de réaliser l'« *inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié* » (annexe 11-18, fig. 11.1)<sup>3</sup>, le second, le

<sup>1</sup> Annexe 11 : caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions. (NF X 50-150 définitive, 1990)

<sup>2</sup> Algré Gérard (1987). L'analyse de la valeur. Exposé. *Technologies & Formations*, 14, 15-118

<sup>3</sup> Annexe 11 : méthode d'inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié (NF X 50-153).

« diagramme FAST » (Fonction Analysis System Technique) permet de « représenter pour une solution les fonctions de service et les fonctions techniques dans leur enchaînement logique. » (annexe 11-19)<sup>1</sup>.



**Figure 11-1 : inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié lors d'une analyse de la valeur (norme NF X 50-153. 1985, p. 10)**

L'enseignement technologique, particulièrement friand de représentations graphiques, ne retiendra d'abord que le premier outil, l'inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié. Celui-ci est utilisé pour la recherche des fonctions de service et met en évidence les trois types de relation que le produit peut entretenir avec les éléments de son milieu environnant. Le formalisme utilise des cercles pour représenter les éléments et le produit étudié. Le premier type de relation est celui créé par le produit entre différents éléments. Cette relation est symbolisée par un simple trait qui traverse le cercle produit et relie les éléments considérés. Les deux autres types de relation sont symbolisés par des flèches qui relient les éléments au produit. Une flèche orientée d'un élément vers le produit symbolise l'influence de cet élément auquel le produit doit s'adapter. Dans l'autre sens, la flèche indique un élément sur lequel le produit doit agir. La description de chacune de ces relations entre le produit et les éléments du milieu environnant permet de définir les fonctions que doit rendre le produit. Son appropriation ne s'explique pas par l'usage de cercles pour représenter des éléments d'un système (peu fréquent jusque-là)<sup>2</sup> ni par les flèches qui symbolisent les relations entre les différents éléments (cf. annexes 10-39 et 11-20), mais surtout par la notion de milieu environnant similaire à celle de milieu extérieur de l'analyse fonctionnelle de l'enseignement technologique

Le deuxième outil graphique, le diagramme FAST a été développé par l'américain C.W. Bytheway dans les années 1970 soit vingt ans après les travaux de Lawrence Delos Miles sur l'analyse de la valeur (Fowler et Save, 1994)<sup>3</sup>. Le FAST est très performant, il permet de présenter de façon simple à l'aide d'un unique schéma les relations entretenues par l'ensemble des fonctions de service et des fonctions techniques. Il sera cependant boudé pendant de nombreuses années avant de devenir

<sup>1</sup> Annexe 11 : diagramme FAST (Fonction Analysis System Technique), représentation pour une solution des fonctions de service et des fonctions techniques dans leur enchaînement logique.

<sup>2</sup> Annexe 11 : usage de cercle et de flèches pour représenter des liaisons entre éléments d'un système.

<sup>3</sup> Fowler T.C., Save F. (1994). Historique de l'analyse fonctionnelle aux USA. (Traduit par Y. Salaun et A. Noireal). *La valeur*, 59, 26-27.

un incontournable de l'analyse fonctionnelle. Cela peut paraître d'autant plus surprenant qu'un formalisme très proche est « inventé » et utilisé dès la fin des années 1950 par « les bétonneux » ou les « mécanos »<sup>1</sup> pour l'analyse de réalisation, par exemple, d'une toiture ou d'ensembles mécaniques (cf. § 7.3.3).

Alors que l'analyse de la valeur fait son entrée dans les programmes et semble avoir tous les atouts pour réussir, elle peine cependant à intégrer l'enseignement technologique.

### **11.5.6 Vocabulaire et méthode, un frein au développement de l'analyse de la valeur**

Les normes relatives à l'analyse de la valeur produites par l'AFNOR doivent normalement s'imposer dans les lycées technologiques, mais plusieurs obstacles ralentissent leur pénétration dans les établissements. Le premier résulte de leur prix relativement élevé<sup>2</sup>, doublé de l'interdiction de leur reproduction<sup>3</sup>. La relative complexité de la mise en œuvre dans le milieu scolaire d'une méthode industrielle qui comporte quatorze outils susceptibles d'être utilisés pour l'analyse du besoin et l'analyse fonctionnelle (annexe 11-21)<sup>4</sup> est sans doute une difficulté supplémentaire. À cela s'ajoute l'enjeu de vaincre certaines résistances aux changements. La parution en deux temps des normes n'aide pas non plus la prise en compte de la nouveauté.

Le vocabulaire nouveau ne favorise pas une prise en compte rapide de l'analyse de la valeur. Ainsi en est-il du diagramme FAST. Cet outil graphique fait référence à la fonction de service, terme inusité jusqu'alors. L'appellation fonction globale aurait sans doute été plus favorable à une adoption rapide, mais la fonction globale n'est pas équivalente à la fonction de service. Ainsi les termes couramment utilisés dans le jargon scolaire n'apparaissent qu'avec la parution des normes définitives (NF X 50-100, 1996, p 8). Il s'agit par exemple de termes comme « boîtes noires », « fonction externe » (pour désigner les fonctions de service) ou « fonction interne » (pour les fonctions techniques).

Un exemple de la confusion qu'a pu engendrer la norme relative à l'analyse de la valeur est fourni dans un article signé par Jacques Perrin (1989)<sup>5</sup>, alors inspecteur pédagogique régional (IPR) de sciences et techniques industrielles et auteur de manuels scolaires. L'article a pour titre « *Vocabulaire de l'analyse de la valeur* ». Il présente notamment les définitions de fonction de service, technique et complémentaire telles qu'elles figurent dans la norme. Au chapitre « Fonction principale », l'auteur cite ainsi la norme : « *il est rappelé que cette expression 'fonction principale' est aussi utilisée dans une acception particulière [...] fonctions principales qui correspondent aux services attendus d'un produit...* ». Cette assertion est suivie d'une note de la rédaction de la revue (NDLR) :

---

<sup>1</sup> Appellation familière pour désigner les professeurs des sections de génie civil et de mécanique industrielle.

<sup>2</sup> À titre indicatif, les normes sur l'analyse de la valeur parues entre 1984 et 1987 sont encore disponibles à la librairie de l'AFNOR au prix de 240 €.

<sup>3</sup> Depuis la fin des années 2000 des accords ont été passés entre l'AFNOR et l'Éducation nationale pour faciliter la circulation des normes.

<sup>4</sup> Annexe 11 : les quatorze outils susceptibles d'être mis en œuvre pour l'analyse du besoin et l'analyse fonctionnelle.

<sup>5</sup> Perrin Jacques (1989). Vocabulaire de l'analyse de la valeur. *Technologies & Formations*, 23, 25-27.



« Nous avons l'habitude de parler de "Fonction Globale" pour définir en terme générique l'ensemble des "Fonctions Principales" ou encore de "Fonctions de Service". Le terme "Fonction Principale" est utilisé en électronique dans les schémas de degrés dans une acception encore différente de celle-ci. Dans ce cas, il s'agirait à la fois, et plus probablement, de "Fonctions Techniques" » et dans certains cas de "Fonctions Complémentaires". Les termes "Fonctions Secondaires" et "Fonctions Associées" devraient trouver un équivalent dans les expressions normalisées. » (p 26).

Cette mise au point de la rédaction de la revue *Technologies & Formations* révèle, que l'analyse fonctionnelle utilise des approches et un vocabulaire différents suivant l'enseignement en génies mécanique, électronique ou électrotechnique.

## **11.6 L'analyse fonctionnelle descendante, deux méthodes en concurrence**

La normalisation de l'analyse fonctionnelle et de l'analyse de la valeur coïncide avec la parution des programmes de l'option de seconde TSA. Cette concomitance stimule la créativité pédagogique. Les efforts de communication sont portés davantage vers le renouvellement des pratiques pédagogiques et l'analyse interne des systèmes. Une activité intense se développe autour de l'analyse fonctionnelle descendante tandis que l'analyse de la valeur reste dans l'ombre.

Il ne s'agit pas de l'analyse descendante proposée initialement par Christian Merlaud (cf. § 10.5.6) mais davantage d'une réutilisation syntaxique. En effet, l'avènement de la TSA provoque le besoin d'une forme nouvelle d'analyse des systèmes. À côté de celle déjà utilisée par les électroniciens (cf. § 10.5.7), apparaît en 1986 la décomposition fonctionnelle des systèmes, méthode d'analyse descendante défendue par l'inspection générale des sciences et techniques industrielles.

### **11.6.1 Les séminaires de professeurs et les revues pédagogiques au service de la valorisation de pratiques pédagogiques renouvelées**

La mise en place de l'option technologie des systèmes automatisés (TSA) est l'occasion pour l'inspection générale de renouer avec les séminaires. Ceux-ci constituent de véritables rampes de lancement pour de nouvelles méthodes et/ou de nouveaux outils. Ils sont relayés sous forme de tirages spécifiques ou d'articles paraissant dans les revues pédagogiques. Ils constituent le lieu privilégié de valorisation des innovations pédagogiques. La mise en œuvre de nouveaux programmes comme ceux de TSA, nécessitant de surcroît de nouvelles méthodes, constitue en effet un véritable challenge. Innovations technologique et sociales se mêlent alors (Françoise Cros, 1995)<sup>1</sup>, une technologie nouvelle est à l'ordre du jour. Un professeur ayant participé à ces séminaires témoigne, un brin critique :

« La méthode utilisée était de demander aux lycées de proposer des exemples. [...] La conclusion de l'inspection générale en séminaire était de dire 'très très beau travail', Il se retournait vers la salle et disait 'attention ce n'est qu'un exemple, ce n'est

---

<sup>1</sup> Cros Françoise (2005). *Innovation*. In Philippe Champy et Christiane Étévé (Dir.). Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation. Paris : Retz.

*pas un modèle'. Mais les collègues une fois rentrés dans les classes n'avaient pas d'autres choix que de recopier ce qui avait été proposé ».*

De fait les séminaires connaissent un véritable succès. Ce qui marche le mieux, ce ne sont pas les articles de fond qui décortiquent les normes mais des cas concrets, des documents-élèves testés en classe, réutilisables sous forme de dossiers pédagogiques. Les dossiers établis par les auteurs deviennent alors déterminant. Si telle méthode ou tel outil est mis en avant, il sera repris, modifié, adapté. À l'inverse, si personne ne valorise tel autre outil, comme ce fut le cas du diagramme FAST, celui-ci reste dans l'ombre, jusqu'au moment où il trouvera, peut-être, un propagandiste.

Les revues pédagogiques constituent un moyen rapide et efficace de diffusion des nouveautés. En effet, pour diffuser les innovations pédagogiques, les revues sont des outils bien plus réactifs que les manuels scolaires. Au milieu des années 1980, à un peu plus d'un an d'intervalle, les deux revues de technologie industrielle<sup>1</sup> changent de titre. C'est l'occasion pour chacune d'elles de revoir leur maquette et notamment d'adopter une couverture en couleur. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique* et *Techniques industrielles* deviennent respectivement *Technologies & Formations* en juillet 1985 et *Technologie sciences et techniques industrielles* en décembre 1986. Ces changements coïncident avec l'avènement des options TSA.

Dès 1986, les colonnes de la revue *Technologies & Formations* sont ouvertes à l'équipe d'enseignants du lycée Champollion de Figeac (1986)<sup>2</sup>. Ils y présentent un dossier destiné aux élèves de seconde TSA. Le thème d'étude proposé, une machine à laver le linge, est présenté sous forme d'un dossier qui débute par un tableau à double entrée dans lequel sont répertoriées en abscisse les études menées avec les élèves et en ordonnées les chapitres et sous-chapitres du programme. Aux différentes coordonnées du tableau, des « \* » matérialisent les apports de connaissances à dispenser par le maître tandis que des « o » signalent l'utilisation de « documents de guidance » destinés aux élèves lors de travaux pratiques en autonomie (annexe 11-22)<sup>3</sup>. On retrouve, sous une forme renouvelée, les « progressions » utilisées autrefois pour organiser les travaux d'atelier (cf. 6.4.1). La présentation du dossier est soignée, l'utilisation d'illustrations de type bande dessinée<sup>4</sup> (annexe 11-23)<sup>5</sup> donne à l'ensemble un aspect attrayant. Ce dossier présenté lors d'un séminaire connaît un succès certain (cf. *supra*). À la rentrée 1988, c'est au tour de la revue *Technologie sciences et techniques industrielles* de présenter un dossier TSA dans un numéro spécial intitulé « 2<sup>nde</sup> TSA productive ». La revue fait une large place au dossier « *store automatique* » réalisé par des professeurs du lycée Jean-Perrin à Marseille (Boucault et al, 1988)<sup>6</sup>. Dans l'éditorial

---

<sup>1</sup> La revue « *Le Cours Industriel* » cesse de paraître en 1983.

<sup>2</sup> Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option TSA. *Technologies & Formations*, 8, 22-27.

<sup>3</sup> Annexe 11 : dossier pédagogique : présentation des relations entre le programme, les apports de connaissances (\*) et les documents de guidance (o).

<sup>4</sup> L'idée est reprise par l'éditeur Foucher. Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 11 : des illustrations de type bande dessinée pour rendre attrayants les dossiers remis aux élèves.

<sup>6</sup> Boucault R., Cauvin P., Minetti F. (1988). *Store automatique*. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 16, 3-39.

de la revue signé par Jacques Perrin et Michel Prat (1988)<sup>1</sup>, tous deux inspecteurs pédagogiques régionaux, ce dossier est présenté comme « *un exemple d'exploitation pédagogique d'un système industriel 'grand public' que chacun peut se procurer à un prix raisonnable.* ». Les inspecteurs saluent le travail « *remarquable* » des auteurs de l'étude. La volonté de faire passer un message est manifeste. Ainsi les inspecteurs précisent-ils à propos du dossier remis aux élèves (annexe 11-24)<sup>2</sup> :

« *Les auteurs l'ont bâti en trois parties :*

- *un dossier qui rassemble tous les éléments techniques nécessaires à l'analyse du système ;*
- *un dossier professeur ou dossier pédagogique qui rassemble les éléments d'analyse et les commentaires des initiateurs du document ;*
- *un dossier élève qui est associé au matériel, avec le dossier technique, et qui rassemble toutes les indications nécessaires pour exécuter le travail demandé. Ce dossier comprend donc la liste des objectifs du programme qui sont visés au travers de ce TP, l'indication des-pré requis nécessaires, la liste des connaissances nouvelles accessibles à cette occasion, les étapes de l'activité sur le thème, les documents d'évaluation. De plus, ce dossier devrait comporter les indications nécessaires à l'acquisition des connaissances utiles (polycopiés, titres d'ouvrages et notices et leur localisation dans la salle, références des banques de données accessibles dans le laboratoire, etc.). Ce dernier point n'apparaît pas dans le dossier qui est incomplet, chaque utilisateur doit faire le complément décrit en fonction de ses propres contraintes. » (p. 2).*

Ce dossier connaît également un succès retentissant. La société Somfy est alors une des premières à réaliser des maquettes didactisées d'un matériel grand public. Le « *store Somfy* » est encore utilisé en 2011 comme support d'étude lors de l'épreuve de travaux pratiques de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique dans l'académie de Versailles.

D'autres exemples, peut-être moins pionniers, méritent encore d'être cités. En effet, la présentation de ces études est l'occasion pour les inspecteurs pédagogiques régionaux (IPR) de faire connaître leurs équipes de professeurs. Ainsi Georges Sarrato, IPR de l'académie de Montpellier, présente-t-il un dossier sur le thème de l'entreprise et de la production réalisé par des professeurs du lycée Dhuoda de Nîmes (Roger Bouisset, 1987)<sup>3</sup>. Jacques Rousseau (1987)<sup>4</sup>, IPR de l'académie de Rouen, rédige un avant-propos qui présente un dossier technique réalisé par l'équipe du lycée Pablo Neruda à Dieppe, à partir duquel les élèves travaillent sur un système réel inspiré par les installations d'une entreprise de la région. Ce type de dossier avait déjà été expérimenté en 1981 lors de la

---

<sup>1</sup> Perrin Jacques, Prat Michel (1988). Éditorial. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 16, 2.

<sup>2</sup> Annexe 11 : exemple de dossier pédagogique en seconde TSA : dossiers « technique », « élève » et « professeur ».

<sup>3</sup> Bouisset Roger, Sarrato Georges (1987). L'option TSA en seconde après les réunions nationales de Nîmes et de Rouen en mai 1987. *Technologies & Formations*, 13, 12-17.

<sup>4</sup> Rousseau Jacques (1987). TSA en classe de seconde au lycée de Dieppe. Pour enseigner la technologie des systèmes automatisés en classe de seconde ... Un dossier technique issu d'une entreprise. *Technologies & Formations*, 12, 18-21.

mise en œuvre de l'enseignement de l'« agencement » dans les programmes de l'option lourde en seconde.

Mais ces dossiers vont surtout, à partir de 1986, populariser une « *méthode d'analyse dite descendante* » qui, selon les propos de l'inspecteur général Bernard Debette (1986)<sup>1</sup> ardent promoteur de l'option TSA, « *constitue donc un bon outil pour le professeur* ». Il précise cependant, pressentant sans doute de possibles dérives : « *Mais attention, son élaboration ne figure pas au programme et ne constitue pas un objectif à atteindre.* ».

### 11.6.2 La méthode SADT (Structured Analysis Desing Technique)

À l'occasion de la création de la TSA, une méthode graphique de communication importée des Etats-Unis (Roos, 1977)<sup>2</sup> est adoptée dans l'enseignement technologique. Cet outil d'analyse et de spécification fonctionnelle, désigné par l'acronyme SADT<sup>3</sup>, est créé initialement à l'intention des programmeurs informatiques. Il s'agit d'ailleurs plus d'une démarche que d'une méthode comme le précise Jacques Lambert (1992)<sup>4</sup> :

« *Cette démarche renvoie à la fois à l'analyse structurée comme méthode de conception de logiciel (Structured Analysis) et aux techniques graphiques de modélisation comme support de communication entre les partenaires concernés par la réalisation d'un programme (Design Technique). L'ensemble « Structured Analysis + Desing Technique donne SADT » (p. 46).*

C'est l'inspecteur général Bernard Debette, à la recherche d'un mode de représentation de l'architecture fonctionnelle des systèmes, qui repère cet outil. Comme le précise Jean-Paul Chassaing lors d'un entretien, la SADT est utilisée en Égypte par exemple, à l'occasion de la construction du métro du Caire au début des années 1980. Bernard Debette décide d'adapter la SADT à l'enseignement de la technologie, avec l'objectif avoué de décloisonner les différents enseignements. Un stage réunissant des inspecteurs est organisé dans ce sens, selon Jean-Paul Chassaing, alors IPR et qui a participé à ce stage :

« *Avec la SADT, l'idée était de réunir deux chapelles : celle des électrotechniciens et celle des mécaniciens. En effet les mécaniciens et les électrotechniciens et même les automaticiens, chacun avec leur culture métier différente, travaillaient dans leur coin.* »<sup>5</sup>

La méthode originale de la SADT est alors simplifiée. Les modules d'activités, formalisme utilisant des rectangles et des flèches, sont conservés mais la représentation temporelle sous forme de datagrammes est abandonnée. En effet, le Grafcet existe déjà et est bien adapté à ce genre de description. Le formalisme graphique, familier aux

---

<sup>1</sup> Debette Bernard (1986). Les nouvelles options de technologie industrielle en classes de seconde de lycée. *Technologies & Formations*, 8, 15-16.

<sup>2</sup> Ross D. (1977). Structured Analysis : A Language for Communicating Ideas. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 3, 1, 16-34.

<sup>3</sup> La SADT (marque déposée) est importée en France par la société « IGL technologie ».

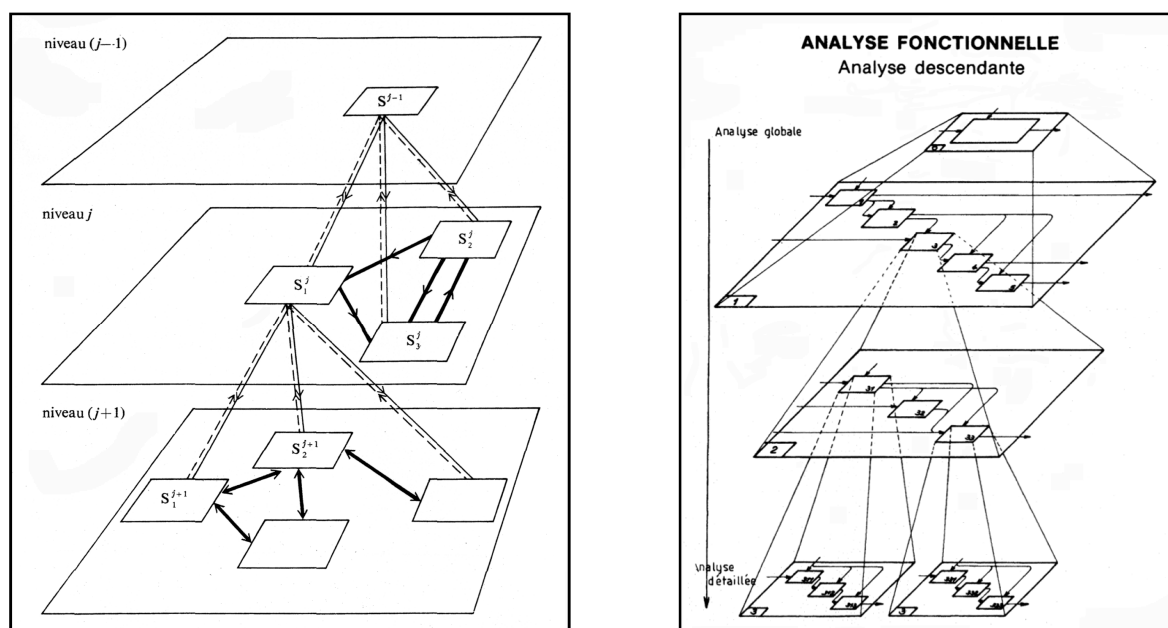
<sup>4</sup> Lambert Jacques (1992). *Vingt ans d'enseignement des automatismes dans l'enseignement secondaire technique et professionnel ou la production concertée d'un savoir technique à finalité didactique*. DEA de didactique des disciplines scientifiques (Option Sciences Expérimentales). Sous la direction d'André Terrisse. Toulouse : université Paul Sabatier.

<sup>5</sup> Propos recueillis lors d'un entretien.

professeurs de l'enseignement technologique, permet alors l'adoption et la diffusion rapide de la méthode SADT, appelée plus simplement la « SADT ». Ainsi, comme pour le Grafset, la transposition didactique est rendue possible par une adaptation de pratiques antérieures des schémas fonctionnels.

### 11.6.3 Un formalisme adapté aux besoins de l'étude des systèmes

L'apport principal de la SADT, « version Éducation nationale »<sup>1</sup>, réside dans les règles d'élaboration graphique. Elles permettent de standardiser la représentation fonctionnelle des objets et des systèmes, jusque-là laissée à la libre initiative des auteurs de schémas (cf. § 7 à 10). Le principe général de représentation graphique de la SADT est proche de la « *Structure relationnelle hiérarchisée* » (proposée par Bernard Walliser (1977)<sup>2</sup> (cf. § 9.5.5, fig. 11.2). Un système est ainsi représenté par un ensemble de rectangles symbolisant les fonctions du système et leur décomposition en sous-fonctions (annexe 11-25, fig. 11.2)<sup>3</sup> (Granjean, 1987)<sup>4</sup>. Ce mode de représentation justifie le terme d'analyse descendante, du général vers le particulier.



**Figure 11-2 : structure relationnelle hiérarchisée, à gauche (Walliser, 1977) et analyse fonctionnelle descendante de type SADT, à droite (Granjean, 1987)**

La force de la méthode SADT réside dans une sorte de concentré de ce qui pouvait se faire auparavant en matière de représentation fonctionnelle. Jean-Paul

<sup>1</sup> Ce terme est utilisé ici pour bien préciser que la méthode SADT initiale importée des États-Unis a été simplifiée et codifiée par des inspecteurs généraux dont Jean-Paul Chassaing. Le terme « SADT Éducation nationale » est donc une « image » de la réalité et n'a jamais été employé comme tel.

<sup>2</sup> Walliser Bernard (1977). *Systèmes et modèles - Introduction critique à l'analyse des systèmes*. Paris : Seuil.

<sup>3</sup> Annexe 11 : structure relationnelle hiérarchisée et analyse fonctionnelle descendante de type SADT.

<sup>4</sup> Grandjean André (1987). *Analyse fonctionnelle. Technologies & formations*, 13, 28-33.

Chassaing (1988)<sup>1</sup> en propose un « formalisme général » ou « modèle général » (annexe 11-26, fig. 11.3)<sup>2</sup>.

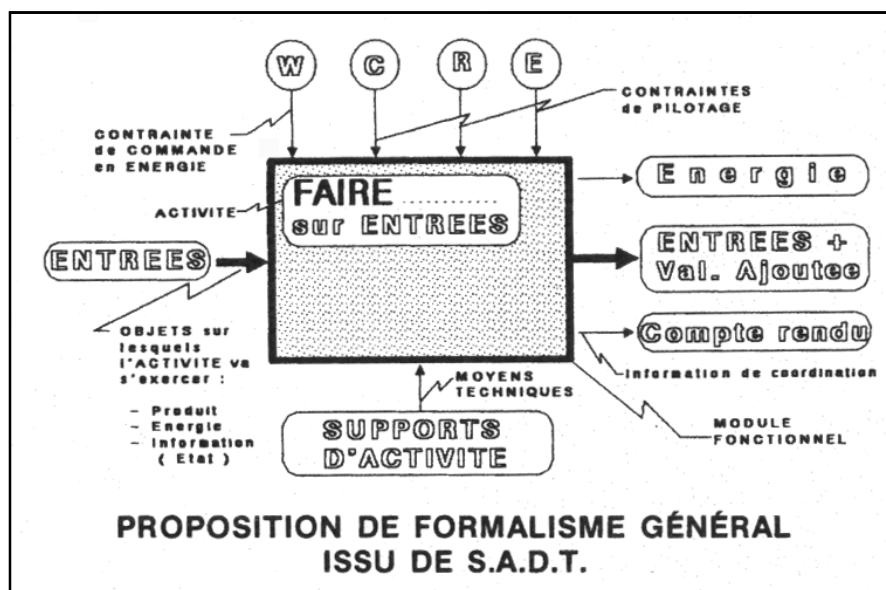


Figure 11-3 : formalisme général d'un module d'activité SADT (Chassaing, 1988)

La méthode repose sur des règles de représentation graphique. Ainsi une fonction est-elle représentée par un rectangle ou module d'activité. Un verbe d'action conjugué à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs noms rédigés à l'intérieur du rectangle définit l'activité<sup>3</sup> ou la fonction remplie. Les entrées sont représentées par des flèches qui aboutissent sur la gauche des rectangles si elles symbolisent de la matière d'œuvre ou sur le dessus des rectangles si elles symbolisent des contraintes ou des données de contrôle. Les flèches qui symbolisent les sorties ont toujours pour origine la droite des rectangles. Enfin les systèmes, les structures, les organes, les constituants, les composants, etc. qui réalisent chaque fonction sont indiqués sous le rectangle à côté d'une flèche dirigée vers le rectangle.

À l'aide de cet ensemble de règles, un système est d'abord représenté par un module unique (annexe 11-27)<sup>4</sup>. Puis, cette première « boîte » est décomposée en autant de niveaux hiérarchiques que nécessaire en fonction de la complexité du système ou du produit, du nombre de constituants internes, de la finesse désirée (annexe 11-28)<sup>5</sup>. La SADT permet des productions originales, par exemple la proposition de M. Lionnet (1987)<sup>6</sup>, professeur de construction mécanique industrielle au lycée Eiffel de Dijon, qui utilise la SADT pour représenter selon la référence au Grafset la structure d'un

<sup>1</sup> Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! 2<sup>ème</sup> partie. *Technologies & Formations*, 20, 13-19.

<sup>2</sup> Annexe 11 : formalisme général ou modèle général d'un module d'activité SADT.

<sup>3</sup> Ce qui justifie la désignation d' « actigramme » donnée aux rectangles dans le jargon de la SADT.

<sup>4</sup> Annexe 11 : représentation d'un système par un module SADT unique.

<sup>5</sup> Annexe 11 : exemple de décomposition selon SADT.

<sup>6</sup> Lionnet M. (1987). Méthode SADT. *Bulletin de l'APTEP*, 34/35, 28-33.

système automatisé (annexe 11-29)<sup>1</sup>. Ce principe est repris (ou réinventé ?) quelques années plus tard (annexe 11-30)<sup>2</sup> dans un manuel scolaire (Gillot et al, 1991)<sup>3</sup>.

Ainsi la représentation graphique d'un système ou de son organisation interne à l'aide de la SADT apparaît comme la synthèse d'outils utilisés depuis de nombreuses années. Pour une analyse complète d'un système, la SADT doit être accompagnée d'une analyse temporelle du fonctionnement du système à l'aide d'outils appropriés (Grafcet, chronogramme, etc.).

La norme initiale de repérage des niveaux hiérarchiques sur les diagrammes SADT a été conservée mais est parfois omise. Le niveau le plus haut, celui qui ne comporte qu'un seul rectangle et symbolise le système dans son ensemble, est noté « A-0 »<sup>4</sup>. Il est parfois assimilé à la représentation, en usage mais non codifiée, de la fonction globale avec qui il partage de nombreux points communs comme en témoigne un article d'André Grandjean (1987)<sup>5</sup> (annexe 11-31)<sup>6</sup>. Le niveau juste en dessous, correspondant à la première décomposition, est noté A0. Chacune des fonctions qui le composent est repérée A1, A2, A3, etc. La décomposition de ces niveaux en niveaux inférieurs donne naissance à des fonctions A11, A12, A13, A21, A22, etc. Ce procédé de repérage indicé est déjà utilisé depuis quelques années dans les schémas fonctionnels des électroniciens (cf. § 10.5.7). La méthodologie SADT est donc proche de celle utilisée par les électroniciens.

#### 11.6.4 L'analyse systémique pratiquée par les électroniciens

La création de l'option TSA, dans le cadre d'enseignements décloisonnés, est l'occasion pour les électroniciens de sortir de l'ombre et de faire connaître leur méthode d'analyse des objets techniques. « *L'analyse systémique* », comme la nomme les électroniciens, jusque-là confidentielle, trouve une tribune dans la revue *Technologie*<sup>7</sup> en 1986. Un éditorial de l'inspecteur général Dominique Siciliano (1986)<sup>8</sup> fait le lien entre la méthode en vigueur dans les lycées professionnels pour la formation en électronique et la démarche à mettre en œuvre en classe de seconde TSA. Il souligne une cohérence, renforcée par le développement des classes passerelles des lycées professionnels vers les classes de seconde. L'éditorial introduit un article, publié quelques pages plus loin, rédigé par l'équipe des professeurs d'électronique de l'ENNA de Saint-Denis (ENNA Paris Nord, 1987)<sup>9</sup>. Cet article présente la méthode d'enseignement de l'électronique, une méthode dans laquelle :

« *L'accent est mis sur des invariants existant dans une démarche ou un matériel indépendamment du type de problème posé et de son niveau de*

<sup>1</sup> Annexe 11 : structure d'un système automatisé selon la norme Grafcet à l'aide de SADT.

<sup>2</sup> Annexe 11 : structure d'un système automatisé selon la norme Grafcet à l'aide de SADT (reprise ou invention ?).

<sup>3</sup> Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave.

<sup>4</sup> La lettre « A » est l'initiale de « Actigramme ».

<sup>5</sup> Grandjean André (1987). Analyse fonctionnelle. *Technologies & Formations*, 13, 28-33.

<sup>6</sup> Annexe 11 : similitude entre fonction globale et module A-0 SADT.

<sup>7</sup> Ce raccourci désigne la revue *Technologie sciences et techniques industrielles*.

<sup>8</sup> Siciliano Dominique (1986). Éditorial. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 4.

<sup>9</sup> ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique - Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36.

*complexité. Le principal objectif de cette méthode est de fournir à l'élève le moyen d'acquérir la vision globale des systèmes. » (p. 29).*

L'analyse systémique (Durand, 1979)<sup>1</sup> trouve naturellement sa place dans une approche pédagogique renouvelée. Au carrefour de la cybernétique et des automatismes, elle devient un domaine d'application nouveau qui met en œuvre des outils graphiques et de modélisation opérant la séparation entre fonction et structure (annexe 11-32)<sup>2</sup>.

Ainsi, contrairement à la SADT qui est un outil d'analyse, la force de la méthode d'analyse systémique utilisée par les électroniciens réside dans son unité. Le schéma d'étude d'un objet technique en électronique constitue un ensemble analyse / synthèse structuré selon une démarche descendante (annexe 11-33)<sup>3</sup>. Un des reproches émis par les électroniciens contre la SADT tient au fait que, trop souvent, l'analyse débute directement au niveau de l'objet (ou du système automatisé par exemple) sans véritable référence à son environnement (ou aux milieux associés suivant le vocabulaire choisi). L'approche systémique au contraire considère l'objet comme élément d'un système (annexe 11-34)<sup>4</sup>. L'objet, la machine, n'existe que parce que le système existe. Aussi pour que l'élève puisse découvrir et maîtriser les subtilités de la structure interne de l'objet, faut-il d'abord pénétrer celles du système dont celui-ci fait partie.

L'expression du besoin permet de recenser les éléments techniques et humains qui composent le système. La méthode utilise ensuite un outil graphique baptisé « diagramme sagittal » (annexe 11-35)<sup>5</sup>, qui permet de situer l'objet à étudier dans le système auquel il appartient. Les éléments qui composent le système, y compris l'objet étudié, sont représentés par des ovales, tandis que des liaisons fléchées font apparaître la (les) transformation(s) de matières d'œuvre (information, énergie, matière) entre éléments pris deux à deux. Le diagramme sagittal permet alors de procéder à l'analyse proprement dite de l'objet. Celle-ci se décompose en quatre étapes.

La première étape, l'analyse de niveau I (niveau 1) permet de définir la fonction globale (FG) de l'objet étudié, c'est-à-dire la fonction générale remplie par la famille d'objets techniques dont fait partie l'objet technique étudié.

L'analyse de niveau II permet de définir la fonction d'usage (FU) propre à l'objet. La distinction de l'analyse en termes de fonction globale et de fonction d'usage permet de s'affranchir des références aux solutions technologiques en perpétuelle évolution. Dominique Siciliano, inspecteur général en charge de l'électronique, revendique la paternité de cette distinction qu'il construit par analogie avec les classes d'équivalence en mathématique. Pour expliquer la différence il aime à citer cet exemple :

*« La fonction globale 'porter et maintenir à une température déterminée un corps introduit dans une enceinte calorifugée' est valable pour un four, comme pour un réfrigérateur, un congélateur ou une étuve. Cette formulation qui donne une caractéristique générale, permet d'entrer dans des champs technologiques qui, en*

<sup>1</sup> Durand Daniel (1979). *La systémique*. Paris : PUF.

<sup>2</sup> Annexe 11 : l'analyse systémique source d'inspiration de l'enseignement de l'électronique.

<sup>3</sup> Annexe 11 : schéma d'étude d'un système dont fait partie un objet technique selon la méthode d'analyse systémique en électronique.

<sup>4</sup> Annexe 11 : différentes classes de systèmes.

<sup>5</sup> Annexe 11 : exemple de diagramme sagittal utilisé en électronique.



*apparence, sont étrangers les uns aux autres et de formuler la fonction d'usage en ajoutant les précisions relatives à l'objet étudié, comme la température, la consommation d'énergie, les pertes calorifiques, etc. la trilogie matière, énergie, information... ».*

La fonction globale se représente graphiquement de façon traditionnelle par un unique rectangle et ses entrées sorties. Mais chez les électroniciens ce ne sont pas des verbes à l'infinitif mais des noms qui sont utilisés. Ainsi pour l'exemple précédent, le rectangle symbolisant la fonction globale contiendrait-il « Portage et maintien à une température déterminée ».

L'expression de la fonction d'usage est réalisée à partir des informations contenues sur le diagramme sagittal. La fonction d'usage donne lieu à un schéma fonctionnel de niveau II. Celui-ci reprend les entrées et sorties présents sur le diagramme sagittal et représente par des rectangles les fonctions exprimées par les verbes contenus dans l'expression de fonction d'usage (annexe 11-36)<sup>1</sup>. Ainsi, à partir d'un diagramme sagittal et de l'expression de la fonction d'usage, n'est-il possible de réaliser qu'un seul schéma fonctionnel de niveau II.

La troisième étape de l'étude de l'objet se poursuit par l'analyse fonctionnelle de l'architecture interne qui donne lieu, sur la base du schéma fonctionnel de niveau II, à l'établissement d'un schéma fonctionnel de premier degré. Ce schéma est équivalent au diagramme A0 de la SADT. Il représente l'organisation fonctionnelle de l'objet sous forme de fonctions principales (annexe 11-37)<sup>2</sup>. Enfin, la dernière étape est consacrée à l'étude structurelle de l'objet technique. Chaque fonction principale (FP) est alors décomposée en plusieurs schémas fonctionnels de second degré, constitués de fonctions secondaires (FS) (annexe 11-38)<sup>3</sup>. L'ensemble des fonctions est repéré par un procédé de numérotation indicé : FP1, FP2, ..., FS11, FS12, etc. (cf. § 10.5.7. et annexes 10-53 et 10-54). À la fin de ces quatre étapes (annexe 11-39)<sup>4</sup>, différents procédés d'étude spécifiques à l'électronique sont alors mis en œuvre.

Tandis que la SADT se répand comme une traînée de poudre, l'analyse systémique reste cantonnée au domaine de l'électronique.

### **11.6.5 Lutte d'influence et limites des méthodes SADT et systémique**

L'existence de deux méthodes d'analyse descendantes aux approches similaires, système → objets → fonctions → composants, n'est pas sans entraîner des tensions. Ainsi, la question déjà évoquée du choix du vocabulaire provoque-t-elle des mises au point de la part de la rédaction de la revue *Technologies & Formations* (1987)<sup>5</sup> :

*« (NDLR) : Il apparaît que le terme 'Fonction Technique' soit le plus approprié pour qualifier les fonctions qui apparaissent dans le schéma de degré 2 utilisé en électronique. Il en est de même dès que l'on se situe à un niveau A1 ou*

<sup>1</sup> Annexe 11 : exemple de schéma fonctionnel de niveau II utilisé en électronique.

<sup>2</sup> Annexe 11 : représentation de l'architecture interne d'un objet à l'aide de fonctions principales.

<sup>3</sup> Annexe 11 : décomposition d'une fonction principale en fonctions secondaires.

<sup>4</sup> Annexe 11 : détail des quatre étapes de l'étude d'un objet technique selon la méthode d'analyse systémique.

<sup>5</sup> Rédaction de la revue *Technologies & Formations* (1987). In Perrin Jacques (1987). Vocabulaire de l'analyse de la valeur. *Technologies & Formations*, 23, 25-27.

*plus d'une représentation de type SADT (TM). C'est certain lorsque l'on représente un 'éclatement de mécanisme', toujours selon une représentation SADT (TM). » (p. 26).*

De fait, la concurrence entre SADT et analyse systémique existe bel et bien. La lutte d'influence pour imposer un vocabulaire reflète cependant davantage une lutte pour défendre un leadership. Le ton peut parfois être très vif à l'image de Dominique Siciliano qui déclare sans ambages :

*« Je me suis bagarré pour qu'on n'attribue pas le nom de système à tout et n'importe quoi. Le 'système vis écrou', par exemple, ce n'est pas un système, c'est un petit composant, un élément d'un système énorme par rapport à ce qu'il représente. Une vis et un écrou, c'est un dispositif dans un système. Ce qui veut dire que ceux qui parlent de système ne sont pas au net et n'ont pas la vision systémique des choses. C'est un abus de langage. »<sup>1</sup>.*

Ou bien encore des propos plus nuancés d'un inspecteur général au sujet du choix de la SADT : *« les mécaniciens 'oubliaient' les pilotages par moteur électrique [...] les électroniciens s'étaient lancés dans des approches fonctionnelles mais l'aspect énergétique était absent... »* (cité par Bernard Calmettes, 1996, p 159)<sup>2</sup>.

Finalement la bagarre des méthodes n'aura pas lieu. Le *statu quo*, SADT pour les mécaniciens et les électrotechniciens *versus* analyse systémique pour les électroniciens, semble donc devoir perdurer. Les deux méthodes possèdent en commun leur complexité de mise en œuvre, notamment lors de la phase de décomposition des fonctions.

#### **11.6.6 Les limites des méthodes SADT et systémique**

Le formalisme de la SADT et son caractère scientifique apparaissent comme un grand progrès. Ils doivent en effet permettre une harmonisation dans la représentation graphique des systèmes qui va de pair avec la création d'un tronc commun aux différents baccalauréats technologiques. Cependant, même si un formalisme graphique est enfin partagé, un problème bien plus délicat reste posé : celui de la construction du schéma et, peut être plus encore, celui de son interprétation par les élèves. Il en va d'ailleurs de même pour les schémas fonctionnels de l'analyse systémique chers aux électroniciens. En effet un même système peut se décomposer de différentes façons selon le point de vue adopté ou le choix des frontières, mais aussi et surtout, selon les compétences de celui ou celle qui utilise l'outil. L'exemple emblématique du store automatique a ainsi donné lieu à diverses interprétations graphiques. La rédaction de *Technologies & Formations* est amenée à préciser *« la nécessité de ne pas confondre outil d'analyse et outil de communication. Le formalisme SADT se veut avant tout un outil de communication qui suppose connus l'environnement et le besoin clairement exprimé »* (1987)<sup>3</sup>. Le spécialiste de la SADT, Patrick Jaulent (1989)<sup>1</sup> est appelé à la rescousse

---

<sup>1</sup> Propos recueillis lors d'un entretien réalisé en décembre 2009.

<sup>2</sup> Calmettes Bernard (1996). *Contribution à l'étude des curriculums. Le cas de l'enseignement de l'électrotechnique dans les classes du second degré des lycées d'enseignement général et technologique*. Thèse de doctorat nouveau régime en didactique des sciences. Direction Richard Lefèvre. 19 janvier 1996. Université de Toulouse 3, Lemme.

<sup>3</sup> Rédaction de la revue *Technologies & Formations* (1987). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27. (p. 26).

(1988)<sup>2</sup>. Il propose un « *autre modèle du système Somfymatic* ». La justification donnée pour la nouvelle représentation montre la difficulté et la maîtrise nécessaire pour décomposer convenablement une fonction en plusieurs sous-fonctions (annexe 11-40)<sup>3</sup> :

« On notera le passage de l'énergie électrique en "mécanisme" support des boîtes des diagrammes A-0 et A0 (boîtes 2 & 3).

*Ceci donne un diagramme A3 assez fondamentalement modifié. La représentation de l'énergie en support 'consommé' par la fonction entraîne alors une boîte 31 sans entrée. La représentation en pointillés peut permettre d'éviter cela.*

*Ce diagramme A3 peut apparaître comme un 'éclatement' du mécanisme de la boîte mère plutôt que comme un diagramme enfant. Cela est dû sans doute à la succession linéaire des fonctions qui correspondent chacune à une structure matérielle. Si cela était gênant, il suffirait de présenter ce diagramme, non comme fonctionnel, mais bien comme une décomposition de la structure (M3). » (p. 27).*

Ainsi pour un même système, les erreurs peuvent être nombreuses et donner lieu à des représentations graphiques diverses. Les différences peuvent se situer à plusieurs niveaux. Il peut s'agir d'une mauvaise définition de la matière d'œuvre, d'inversions entre les entrées et les données de contrôle de la fonction, de la confusion entre les notions de structure et de fonction ou plus simplement du non-respect du formalisme graphique.

Dans ce contexte, la mise en garde de Jean Chabal (1987)<sup>4</sup> contre une utilisation non préparée de l'analyse descendante prend tout son sens<sup>5</sup>. Il rappelle à l'occasion de la présentation d'un article traitant de la SADT (Votrig, 1987)<sup>6</sup> que depuis 1973 des outils « *d'analyse et synthèse technique* » ont été formalisés dans l'ouvrage « *Méthodologie de la construction mécanique* », dont il est l'un des auteurs. Puis prévient-il sans détour : « *la maîtrise de ces outils constitue une condition, sans doute un pré-requis, à l'application performante de SADT.* ».

Quelques années plus tard, Pierre Villetelle (1991)<sup>7</sup>, inspecteur pédagogique régional (IPR), porte un regard rétrospectif et tire la sonnette d'alarme :

« *L'ambiance actuelle est différente des deux premières années où des professeurs compétents ont mis sur pied des dossiers qui sont restés dans les établissements. Aujourd'hui, ces professeurs ne sont plus en seconde ; ils ont été la plupart du temps remplacés par des maîtres auxiliaires ; on assiste à une rotation annuelle de professeurs non formés à l'analyse systémique et les équipes ont disparu.* »

---

<sup>1</sup> Jaulent Patrick (1989). *SADT un langage pour communiquer*. I.G.L. Technology. Paris : Eyrolles.

<sup>2</sup> Jaulent Patrick (1988). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27.

<sup>3</sup> Annexe 11 : deux représentations pour un même système, l'illustration de la complexité de la représentation graphique sous forme hiérarchisée.

<sup>4</sup> Chabal Jean (1987). Présentation du dossier. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 8, 39.

<sup>5</sup> Cet avertissement est d'ailleurs valable pour l'analyse systémique pratiquée en électronique.

<sup>6</sup> Votrig R. (1987). Contribution à l'analyse d'un système automatisé par SADT. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 8, 39-54.

<sup>7</sup> Villetelle Pierre (1991). *Compte rendu de la réunion interdisciplinaire des groupes techniques disciplinaires de génie mécanique, génie électrique, génie automatique*. Mardi 9 avril 1991 à la CNP, 131, rue du Bac Paris. (Archives personnelles).

Ces avertissements s'inscrivent dans un courant critique plus large qui concerne l'option TSA elle-même et s'expliquent sans doute en partie par la complexité des représentations graphiques et les tâches demandées aux élèves.

Les travaux de Bernard Hostein (1996)<sup>1</sup>, qui pointent la diminution des effectifs de la TSA, ont montré différentes stratégies d'apprentissage mises en œuvre par ces élèves entre les « concepteurs », les « réalisateurs », les « scolaires », pour qui les systèmes techniques jouent des rôles différents.

Avec un autre regard, le président de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP)<sup>2</sup> témoigne d'un certain malaise lorsqu'il déclare au cours d'un entretien :

*« Une autre dérive est l'inflation de papier où l'on coche des cases. Le but n'est pas de savoir qu'il y a un millier de matériaux, de connaître leurs codes par cœur [...] Il faut apprendre à faire comprendre une démarche, à faire une analyse critique pour proposer mieux. Je ne sais pas comment réagit un gamin créateur face à ce genre de TP. ».*

Il est certain que modifier les règles du jeu, notamment l'organisation des enseignements en travaux pratiques sur des systèmes réels et le recours à des méthodes pédagogiques inductives, le tout accompagné de contenus d'enseignements renouvelés, peut conduire à des dérives. Les manuels scolaires, rédigés par des professeurs chevronnés en collaboration avec des inspecteurs au fait des orientations pédagogiques participent alors à assurer une certaine homogénéité des enseignements.

## 11.7 L'apport des manuels scolaires

L'évolution des politiques éditoriales constatée au début des années 1980, la spécialisation des ouvrages, est confirmée. La période qui suit la parution des nouveaux programmes de TSA est riche en publications de manuels scolaires spécifiques à la classe de seconde. Ainsi dans l'ordre de parution, Foucher publie-t-il un ouvrage en 1986 et un en 1991, Dunod en 1987, Nathan en 1987 et 1988, Casteilla-Éducalivre en 1989 et Delagrave en 1991 et 1992.

Dans le même temps, deux éditeurs publient des manuels, non spécifiques à la TSA, sur les automatismes industriels. En 1987, Cepadues produit un ouvrage destiné avant tout à la formation professionnelle des adultes et en 1989, Casteilla-Éducalivre publie, en plus de celui destiné à la TSA, deux ouvrages orientés vers l'enseignement supérieur. Des manuels paraissent également pour la technologie au collège ainsi que l'ouvrage *La démarche de projet industriel* (Rak et al, 1990)<sup>3</sup> destiné aux professeurs de technologie de collège. Les méthodes, les outils, les langages et les supports de la démarche technologique sont présentés au travers de l'étude du cycle de vie du produit. L'ouvrage met en avant des concepts tels que l'analyse de la valeur, la qualité, l'organisation et la gestion de production.

---

<sup>1</sup> Hostein Bernard (1996). Les options en classes de seconde : ambitions et ambiguïtés. *Aster*, 23, 129-153.

<sup>2</sup> Maurice Letourneau.

<sup>3</sup> Rak Ignace, Teixido Christian, Favier Josette, Cazenau Marie (1990). *La démarche de projet industriel. Technologie et pédagogie*. Paris : Foucher.

Contrairement à 1981, les éditeurs ont pris davantage leur temps avant de produire de nouveaux manuels. Si Foucher publie son manuel dès la parution des nouveaux programmes, certains de ses concurrents attendent jusqu'à cinq ans après pour publier le leur. Il semble également, que dans le contexte nouveau que constitue l'enseignement de la TSA, chaque éditeur essaie de donner une certaine originalité au contenant et au contenu de leur manuel.

Seuls deux éditeurs traitent de l'analyse de la valeur. Il est vrai qu'elle ne fait pas partie explicitement du programme de TSA. Paradoxalement c'est dans un ouvrage dédié aux classes de quatrième et troisième technologique (Bianciotto et Boye, 1989)<sup>1</sup> que cette méthode est abordée de manière approfondie. La SADT apparaît comme le domaine nouveau où la plupart des manuels se retrouvent.

### **11.7.1 Une place pour la SADT dans les manuels des éditions Casteilla-Éducalivre, Delagrave et Dunod**

Le programme de la seconde TSA ne fait pas explicitement référence à « la méthode SADT », mais le vocabulaire de celle-ci y est bien présente dans les recommandations méthodologiques<sup>2</sup> :

*« ... mettre en évidence les modules fonctionnels qui composent un système et d'explicitier leurs relations et leur intégration dans une structure en s'intéressant pour chacun d'eux : aux données d'entrée ; aux données de contrôle qui déclenchent ou modifient l'activité du module ; à la fonction du module qui transforme les données d'entrée, change leur position ou leur état en données de sortie ; enfin à la solution qui réalise la fonction. ».*

La SADT trouve alors place dans les pages des manuels (Casteilla-Éducalivre, Delagrave et Dunod) (annexe 11-41)<sup>3</sup>. À côté de ces manuels destinés aux classes de TSA, Casteilla-Éducalivre fait paraître simultanément deux ouvrages en collaboration avec l'entreprise Télémécanique. Rédigés en direction des « *bac technique, BTS, DUT, Formation continue* » ils ne sont pas destinés à la seconde. Mais rien n'interdit de les y utiliser. En effet, le premier *Systèmes de productions – structurations et communications interne*<sup>4</sup> reprend des éléments du programme de seconde TSA tandis que le second *Automatismes de productions – De la réflexion productique à l'exploitation*<sup>5</sup> est conçu pour s'adapter à la classe seconde productique. Le premier ouvrage reprend la méthode SADT qui est qualifiée de « *méthode d'analyse ascendante descendante* ». Avec ces ouvrages, la SADT envahit tout l'espace pédagogique de l'enseignement technologique à l'enseignement supérieur (annexe 11-42)<sup>6</sup>. De la même manière, le second manuel, qui

---

<sup>1</sup> Bianciotto André, Boye Pierre (1989). *La technologie des quatrièmes et troisièmes technologiques*. Paris : Delagrave.

<sup>2</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> décembre 1986. BO spécial n° 1 du 5 février 1987, p. 114. Introduction de l'enseignement de la technologie des systèmes automatisés et de la productique en classe de seconde des lycées.

<sup>3</sup> Annexe 11 : la SADT dans les manuels scolaires.

<sup>4</sup> Verge Jean, Wacquet Michel (1989a). *Systèmes de productions – structurations et communications internes*. Paris : Casteilla.

<sup>5</sup> Verge Jean, Wacquet Michel (1989b). *Automatismes de productions – De la réflexion productique à l'exploitation*. Paris : Casteilla.

<sup>6</sup> Annexe 11 : la SADT pénètre dans les formations supérieures de BTS et DUT.

privilégie l'approche Grafset, reproduit le schéma d'un système automatisé en passe de devenir canonique (annexe 11-43)<sup>1</sup>.

Ainsi, seuls les éditeurs Foucher et Nathan ne font pas de place à la SADT. Nathan renoue avec une tradition ancienne, le recueil de normes (base de données).

### **11.7.2 Le catalogue de solutions techniques et technologiques chez l'éditeur Nathan technique**

L'ouvrage publié chez Nathan<sup>2</sup> en partenariat avec l'AFNOR reprend les différentes normes de construction industrielle (schéma, dessin technique et composants). Il constitue, selon les auteurs, « *plus qu'une banque de données actualisée [...] un livre de synthèse utile à l'élève* ». Cependant si l'ouvrage fait une large place aux composants d'automatisme, il n'aborde cet aspect que brièvement. Il reprend le schéma partie opérative, partie commande et interfaces (capteur et préactionneur) qui devient en quelque sorte un standard. Ce schéma est accompagné par une présentation mixte, à l'aide de rectangles et de symboles mettant en avant la notion de cerveau déjà utilisée (annexe 11-44)<sup>3</sup>. Cet ouvrage dénote sur ceux de ses concurrents, aucune place n'est réservée à l'analyse fonctionnelle. Il ne s'agit d'ailleurs pas d'un livre de cours mais plutôt d'un livre ressource à l'allure d'un catalogue qui reprend ainsi un concept ancien, utilisé en dessin industriel. Parmi les auteurs, se côtoient deux professeurs de lycée technique et deux professeurs de l'ENSAM Paris (MM. Quatremer et Trotignon), tous deux conseillers pédagogiques à l'AFNOR. Cet ouvrage n'est pas supervisé par un inspecteur<sup>4</sup> ce qui explique peut-être son décalage avec l'air du temps. Cet ouvrage au contenu technologique extrêmement riche dépasse largement le programme de la classe de seconde. De plus son aspect catalogue ne cadre pas avec les orientations nouvelles de l'enseignement technologique qui privilégie un côté attractif pour les élèves, « le côté vitrine » pour reprendre l'expression d'un professeur qui a participé à la rédaction des programmes. L'absence de la SADT, qui n'est pas normalisée, se justifie donc par la nature même de cet ouvrage. Un ouvrage baptisé *Technonormes*, destiné à tous les niveaux de l'enseignement technologique et édité par le même éditeur, paraît en 1987<sup>5</sup>. Il présente des extraits de catalogues industriels ainsi que des extraits de normes, notamment les nouvelles normes (cf. annexe 11-11) NF X 50-151 relatives à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel et NF X 50150/152/153 relatives à l'analyse de la valeur<sup>6</sup>. Un ouvrage concurrent est également construit sur le modèle catalogue, avec des différences fondamentales.

### **11.7.3 Une nouvelle approche pédagogique mise en avant par la collection Éducalivre de la maison d'édition Casteilla**

---

<sup>1</sup> Annexe 11 : schéma fonctionnel d'un système automatisé en passe de devenir canonique (de la classe de seconde à l'enseignement supérieur).

<sup>2</sup> Nowak J.N., Sacquepey D., Quatremer R., Trotignon J.-P. (1988). *Construction TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : AFNOR / Nathan technique.

<sup>3</sup> Annexe 11 : deux points de vue pour un système automatisé chez Nathan.

<sup>4</sup> Ce qui est vrai également pour le manuel de Foucher.

<sup>5</sup> Hazard Claude, Desroche Marcel, Traquelet Yves, Pinot Jean-François (1987). *Technonormes Normes et documents technologiques*. Paris : Nathan technique.

<sup>6</sup> Nathan se distingue davantage par ses ouvrages pour la technologie collège (niveaux 1 et 2) ou pour un manuel destiné aux 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> technologiques.

Le manuel édité par Casteilla (Barlier, Chassaing et Bougeois, 1989)<sup>1</sup> a des allures de catalogue. Il accorde cependant une place non négligeable à l'analyse fonctionnelle et aux automatismes. Le point fort de l'ouvrage réside dans le guide du professeur, publié séparément, qui l'accompagne (Labardin, Merigaud et Chassaing, 1989)<sup>2</sup>. Dans l'avant-propos de celui-ci, l'inspecteur général honoraire de l'Éducation nationale Alfred Capliez félicite les auteurs et remercie les sociétés Bernay-automation et Télémécanique qui ont fourni la documentation technique « *témoignage tangible d'une collaboration école-entreprise particulièrement efficace.* ». Cette introduction est classique, mais la méthodologie proposée par les auteurs l'est beaucoup moins. Elle s'appuie sur trois approches complémentaires. La « *représentation fonctionnelle des systèmes* » fait une place égale au diagramme SADT utilisé pour la « *représentation fonctionnelle des activités dans le système* », et au Grafcet pour la « *représentation temporelle des événements dans le système* ». Cette méthodologie est complétée par une troisième approche, dite « *matérielle* », qui permet de « *concrétiser les modèles formels [SADT et Grafcet]* » à l'aide d'une étude des composants et de leurs représentations symboliques. Un schéma général, repris d'un article présenté par l'inspecteur Jean-Paul Chassaing dans la revue *Technologies & Formations*<sup>3</sup>, présente cette méthodologie sous forme d'un graphique (annexe 11-45)<sup>4</sup>. La méthode se résume en quatre points :

« *Extraire du contexte industriel un ensemble technique...* » ; « *Dégager des concepts transférables à d'autres préoccupations techniques...* » ; « *Définir des situations d'apprentissage ...* » ; « *Proposer aux élèves des activités [...] comparer les modèles de comportement attendus aux comportements effectifs du système.* ».

Pour mettre en œuvre cette méthodologie, l'ouvrage présente un « *système didactisé représentatif de la réalité industrielle* ». Il s'agit d'un poste de bouchonnage, élément d'une ligne de production industrielle utilisée dans une usine d'assemblage de contacteur de la société Télémécanique. L'ensemble est composé de composants standards disponibles dans les catalogues, notamment un « *pot vibrant* », un « *convoyeur* », un « *bras manipulateur* » ainsi que des composants d'automatisme et un automate programmable.

Cet exemple illustre les nouvelles orientations pédagogiques prises par l'option TSA. Il s'agit de s'appuyer sur des systèmes réels, pluritechniques, susceptibles de permettre des enseignements décroisonnés (technologies électrique, pneumatique, mécanique et automatismes). Les exemples choisis permettent d'aborder la productique et des thèmes qui lui sont associés comme l'analyse de la valeur, les principales étapes de la création d'un produit ou encore le recours à l'informatique pour le dessin assisté par ordinateur (DAO).

#### **11.7.4 Foucher entre tradition et modernité**

---

<sup>1</sup> Barlier Claude, Chassaing Jean-Paul, Bougeois René (1989). *Prémotech, technologie des systèmes automatisés*. Paris : Casteilla.

<sup>2</sup> Labardin Jean-Claude, Merigaud Pierre, Chassaing Jean-Paul (1989). *Prémotech, technologie des systèmes automatisés. Guide du professeur*. Paris : Casteilla.

<sup>3</sup> Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! *Technologies & Formations*, 19, 24-28.

<sup>4</sup> Annexe 11 : approche fonctionnelle, temporelle et matérielle des systèmes automatisés.

L'éditeur Foucher<sup>1</sup> est le premier à éditer un manuel en direction de la seconde TSA. Il oscille entre la tradition, en présentant un mouton-pendule de Charpy<sup>2</sup> (annexe 11-46)<sup>3</sup> et la modernité en utilisant un personnage de bande dessinée qui accompagne l'élève tout au long de l'ouvrage (annexe 11-47)<sup>4</sup>. L'absence de schéma de type SADT est compensée par l'utilisation de « *graphe fonctionnel* », une représentation des systèmes plus proche des outils de l'analyse systémique des électroniciens (annexe 11-48)<sup>5</sup>. Le manuel présente un organigramme qui a l'intérêt de résumer la vision des auteurs sur le cheminement qui mène de l'idée à la mise en œuvre des moyens de production et au produit. Cette vision, avant la normalisation de l'analyse fonctionnelle et de l'analyse de la valeur, met en évidence les services de l'entreprise concernés par les différentes phases de l'élaboration d'un produit (annexe 11-49)<sup>6</sup>. Des évolutions notables se produisent entre 1986 et 1991 lorsque Delagrave entre dans le cercle des éditeurs de manuels destinés à l'enseignement technologique au lycée.

### 11.7.5 Delagrave intègre la norme de l'analyse fonctionnelle

Au début des années 1990, la « TSA », devenue l'appellation courante pour désigner l'option technologie des systèmes automatisés, est sur les rails. L'éditeur Delagrave publie alors à un an d'intervalle, en 1991<sup>7</sup> et en 1992<sup>8</sup>, deux ouvrages consacrés à l'option de seconde. La structure du premier, calquée sur le programme d'enseignement, est celle d'un manuel scolaire classique. Mais le temps relativement long écoulé depuis la parution des programmes permet à l'éditeur de prendre en compte les normes définitives relatives aux caractéristiques fondamentales et à la définition du vocabulaire de l'analyse fonctionnelle. Cela permet notamment aux auteurs de rédiger un chapitre consacré à l'analyse fonctionnelle qui mêle astucieusement les normes et certains usages propres à l'analyse systémique. Une synthèse de la démarche d'analyse fonctionnelle est ainsi proposée aux élèves (annexe 11-50)<sup>9</sup> sous forme d'un organigramme original. À cette occasion, le terme normalisé de flexibilité est remplacé par celui de pondération.

Le deuxième manuel vient compléter le premier, celui-ci présente la particularité de débiter par la définition et l'analyse des systèmes techniques. L'exemple d'un radiocassette permet de présenter les relations de l'objet avec les milieux associés<sup>10</sup> conformément à la norme de l'analyse de la valeur (annexe 11-51)<sup>11</sup>. L'ouvrage se poursuit par l'étude détaillée de six systèmes. Enfin des ressources qualifiées de « *technologiques et normatives* » telles que la SADT, le Grafcet, les liaisons mécaniques

---

<sup>1</sup> Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Machine utilisée pour la mesure de la résistance à la rupture (résilience) d'un matériau soumis aux chocs. Inventée à la toute fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et toujours utilisée dans les laboratoires d'essais.

<sup>3</sup> Annexe 11 : tradition et modernité chez Foucher, le mouton-pendule de Charpy.

<sup>4</sup> Annexe 11 : tradition et modernité chez Foucher, le personnage de bande dessinée.

<sup>5</sup> Annexe 11 : pas de SADT chez Foucher mais des graphes fonctionnels.

<sup>6</sup> Annexe 11 : liens entre les différentes phases de l'élaboration d'un produit et les services de l'entreprise.

<sup>7</sup> Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave.

<sup>8</sup> Alain Rideau, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Delagrave.

<sup>9</sup> Annexe 11 : synthèse de la démarche d'analyse fonctionnelle.

<sup>10</sup> Humain, physique, économique et technique.

<sup>11</sup> Annexe 11 : radiocassette et milieux associés (humain, physique, économique et technique).



et le schéma cinématique sont complétées par un glossaire relatif à l'analyse fonctionnelle et à la schématisation (annexe 11-52)<sup>1</sup>. Ce glossaire mêle des définitions de de l'analyse systémique (ENNA Paris Nord, 1987)<sup>2</sup> et de l'analyse de la valeur (NF X 50-150 mai 1985).

### 11.7.6 Une présentation originale pour les éditions Dunod

Dunod propose une production originale, constituée de quatre fascicules<sup>3</sup> qui reprennent chacun une partie du programme de l'option TSA.

Le fascicule 1 aborde l'organisation générale des systèmes et propose une approche nouvelle des systèmes de production, des biens matériels et des services (§ 1 et 2 du programme). Le manuel reprend la définition de la nature de matière d'œuvre (énergie, information, produit), chose courante depuis 1987, mais apporte une nouveauté en proposant à l'élève de s'interroger sur ce à quoi peut être liée la valeur ajoutée. Ce peut être du temps s'il s'agit d'un stockage, de l'espace lors d'un déplacement ou de la forme en cas de transformation de la matière d'œuvre. Un tableau permet alors de résumer les neuf combinaisons possibles entre matière d'œuvre et valeur ajoutée (annexe 11-53)<sup>4</sup>. Une synthèse de la représentation des systèmes est également proposée (annexe 11-54)<sup>5</sup>.

Le fascicule 2 traite de la partie opérative et porte sur l'étude des objets techniques de puissance, d'information et de structure des systèmes automatisés. Il fait appel à de nombreux objets de la vie courante (§ 3 du programme). Il propose une forme élaborée de représentation de la structure interne d'un système automatisé qui présente la particularité de ne pas être un système fermé (cf. § 10.5.3) (annexe 11-55)<sup>6</sup>.

Le fascicule 3 s'intéresse à la partie commande et fait une large place à la programmation : algorithme de commande, Grafcet, langage automate, (§ 4, 5, 6 du programme). Apparaît un schéma fonctionnel de l'organisation interne d'une antenne électrique d'autoradio sur le modèle canonique « partie opérative – partie commande », bien que l'objet ne soit pas un système automatisé (annexe 11-56)<sup>7</sup>.

Le fascicule 4 précise les méthodes générales de mise en œuvre et d'exploitation des systèmes automatisés : implantation d'un Grafcet ou d'un programme, modes de marche (§ 7 du programme).

---

<sup>1</sup> Annexe 11 : glossaire du vocabulaire de l'analyse systémique et de l'analyse de la valeur.

<sup>2</sup> ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36.

<sup>3</sup> Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 1, Les Systèmes techniques*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 2, Les Parties opératives*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 3, Les Parties commandes*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 4, La Mise en œuvre*. Paris : Dunod.

<sup>4</sup> Annexe 11 : neuf combinaisons possibles entre matière d'œuvre et valeur ajoutée.

<sup>5</sup> Annexe 11 : synthèse de la représentation des systèmes.

<sup>6</sup> Annexe 11 : structure interne d'un système automatisé ouvert.

<sup>7</sup> Annexe 11 : schéma fonctionnel de l'organisation interne d'un système autre que automatisé sur le modèle « partie opérative/partie commande ».

Ce bref aperçu permet d'apprécier l'évolution des manuels de technologie destinés aux élèves de seconde. Un signe ne trompe pas à la lecture de ces ouvrages, aucun d'entre eux n'est destiné à l'option productique. Il semble que les éditeurs misent, à l'image des programmes de TSA, sur un enseignement de la technologie décloisonné et débarrassé de toutes références à l'usinage.

## **11.8 Des systèmes automatisés aux objets de la vie courante, une tendance nouvelle, signe de changements en profondeur**

En 1981, les systèmes automatisés étudiés avec les élèves sont quasiment exclusivement des systèmes de production. En 1986, avec les options TSA et productique de la classe de seconde, apparaît une distinction entre système automatisé et système automatisé de production (SAP). Cette différenciation, rendue visible par l'abandon de l'usinage en seconde TSA et au baccalauréat E annonce des changements en profondeur.

### **11.8.1 La distinction entre technologie et production, un signe de disciplinarisation**

Le système automatisé de production (SAP) s'apparente aux chaînes de fabrication industrielle, aux ateliers flexibles et aux machines-outils à commande numérique, éventuellement alimentées par un bras manipulateur ou un robot. Avec l'option TSA, la définition du système automatisé est plus large. Les systèmes deviennent pluritechnologiques, ce sont des machines automatiques que l'on trouve en dehors des usines telles que machine à laver le linge, store automatique, système d'arrosage automatique, distributeur de boissons, station de lavage de véhicules automobiles et même appareil médical. Les manuels font une place plus importante aux objets de la vie courante, four à micro-ondes, poste radiocassette, lecteur laser de disques compacts (CD), chaîne vidéo, montre, appareil photo, ordinateur. Ces objets bien connus des élèves et représentatifs des technologies de leur époque, sont surtout prétextes à l'analyse fonctionnelle du besoin, à l'étude des matières d'œuvre ou au cycle de vie du produit. Ces tendances révèlent un rapprochement avec la technologie du collège considérée comme discipline culturelle.

### **11.8.2 Un enseignement technologique à caractère plus scientifique, élément clé du processus de disciplinarisation**

Les tendances au rapprochement de la technologie enseignée en collège et en seconde marquent la fin de la suprématie de la mécanique au profit d'un décloisonnement des enseignements technologiques industriels. Ce décloisonnement passe par l'adoption d'une méthode de représentation commune (SADT) aux deux principaux domaines du génie industriel (électrotechnique et mécanique) et provoque un élargissement du champ de connaissance proposé aux élèves. L'évolution vers un enseignement technologique à caractère plus scientifique que technique est rendu visible par l'abandon de l'usinage pratiqué jusque-là dans les ateliers pour la préparation du baccalauréat E. Dès lors, la création de l'option TSA disjointe de l'option productique née de la scission de l'option lourde de technologie et le baccalauréat E rénové apparaissent comme deux éléments clés du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie au lycée. Il en va de même pour l'instauration d'un large tronc commun dans

les enseignements des différents baccalauréats technologiques. Les réductions d'horaires de onze heures à quatre heures en classe de seconde et de douze heures à huit heures en classes de première et de terminale participent également à cette évolution qui tend à rapprocher l'enseignement de la technologie d'un enseignement général. La revendication de l'AFDET (Longeot, 1986)<sup>1</sup> à ce sujet ne trompe pas : « *Il est indispensable de réduire de 4 heures l'enseignement technologique (ce qui donne 4 heures en première et 3 heures en terminale)* ». Cette revendication s'accompagne de la volonté d'instaurer l'enseignement de la technologie pour tous en classes de seconde.

### **11.8.3 Vers un enseignement de la technologie pour tous en classes de seconde ?**

Avec la mise en place de la TSA, un enseignement de la technologie pour tous en classes de seconde est envisagé. L'AFDET propose « *de rendre obligatoire la formation technologie en seconde en prenant modèle sur l'option TSA ou l'option gestion* » (Longeot, 1986)<sup>2</sup>. On retrouve cette volonté dans les propositions de la COPRET<sup>3</sup> : « *Compte tenu de la nécessité d'intégrer la dimension technique [...] dans la formation de tous les élèves, la commission recommande un enseignement obligatoire de la technologie en seconde* ». Ainsi, doté depuis peu d'un corps unique de professeurs certifiés, la satisfaction d'une telle demande consacrerait sans nul doute la technologie comme discipline scolaire pleine et entière.

Cependant, en 1991, l'implantation d'un enseignement technologique sur le modèle d'un enseignement général au lycée semble en échec. Les recommandations de Jean-Pierre Chevènement (1986)<sup>4</sup> ministre de l'Éducation nationale dans une lettre adressée à l'inspection générale, « *l'option TSA sera également implantée dans les lycées d'enseignement général* », ne sont toujours pas suivies d'effet. De la même manière, les propositions du Conseil national des programmes<sup>5</sup> qui préconise d'« *introduire dans tous les établissements l'option TSA d'ici à cinq ans* » ne seront pas concrétisées. Pourquoi ? Il semble que les raisons en soit multiples, coût des matériels (objets techniques, systèmes automatisés, appareils de métrologie...), besoin de locaux spécifiques (laboratoires), manque de professeurs, nombre d'heures de formation nécessaire et place dans les emplois du temps. L'année 1991 est cependant celle des « *proposition et des décisions* »<sup>6</sup> : un nouveau lycée doit bientôt voir le jour.

---

<sup>1</sup> Longeot Henri (1986). L'enseignement dans les lycées. Des propositions du ministère de l'Éducation nationale. *L'Enseignement technique*, 132, 17-34.

<sup>2</sup> Longeot Henri (1986). *Op. cit.*

<sup>3</sup> Il s'agit de la deuxième COPRET (commission permanente de réflexion sur l'enseignement de la technologie) qui a siégé jusqu'au début 1986.

Levrat René (1992). *Technologie, textes de références*. Sèvres : CIEP.

<sup>4</sup> MEN. Ministère de l'Éducation nationale (1986). *Les lycées demain. Les nouveaux baccalauréats*. Paris : CNDP et le Livre de poche.

<sup>5</sup> Ministère de l'Éducation nationale, de la jeunesse et des sports (1991). *Quel lycée pour demain ? Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution du lycée*. Paris : CNDP et le Livre de poche.

<sup>6</sup> MEN. Ministère de l'Éducation nationale (1991). *Rénovation pédagogique des lycées Propositions et décisions. Conférence de presse du 22 avril et 25 juin 1991*. Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.

## 12. 1992-1999, l'entrée de la technologie dans les classes préparatoires - Le paradigme des chaînes fonctionnelles

Les années 1990 sont marquées par une prise de conscience de la mondialisation économique. L'amélioration des démarches de production et de conception des produits apparaît alors comme l'un des moyens de faire face à une compétitivité industrielle internationale qui se durcit. Dans ce contexte, la rénovation des lycées vise une meilleure orientation scolaire. Synonyme de nombreuses évolutions à la fois structurelles et pédagogiques, la réforme du lycée s'accompagne d'une réorientation et d'une mise en cohérence des contenus de l'enseignement de la technologie à tous les niveaux scolaires. Les principaux changements se situent au niveau des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs qui intègrent des enseignements de sciences industrielles pour l'ingénieur. Ces évolutions contribuent au processus de disciplinarisation d'un enseignement qui prend de plus en plus le visage d'un enseignement de culture générale.

### 12.1 La réforme du lycée, l'évolution des structures

Les réformes engagées en 1992 sont présentées sous le signe de la « *rénovation pédagogique des lycées* »<sup>1</sup>. Celles-ci résultent d'une concertation menée à partir de propositions effectuées en 1991 par Lionel Jospin<sup>2</sup> alors ministre de l'Éducation nationale. Les changements engagés s'inscrivent dans la continuité de la démocratisation du lycée et des problèmes qui en découlent, notamment une hétérogénéité croissante des élèves. La solution proposée consiste alors à diversifier la pédagogie et les parcours. Cela passe par la mise en place de modules pour une aide des élèves, une amélioration de l'orientation et la création, à l'issue de la classe de seconde, de séries aux finalités plus lisibles et plus cohérentes dans leur contenu. Ainsi « *Les séries du lycée sont désormais organisées en fonction des différents profils des élèves et en fonction des débouchés ultérieurs qui leur seront proposées.* ». Le décret<sup>3</sup> organise trois voies de formation dans les lycées. Les voies générale, technologique et professionnelle remplacent les quatre types de formation (baccalauréat, brevet de technicien, CAP et BEP) reconnues en 1976<sup>4</sup> après l'adoption de la réforme Haby (cf. § 9.1.3). Cette mise en « *cohérence du système éducatif* », pour reprendre les propos de

---

<sup>1</sup> Jospin Lionel (1991). *Conférence de presse sur la rénovation pédagogique du lycée. Rénovations pédagogiques de lycées - Propositions et décisions*. Conférences de presse du 22 avril et 25 juin 1995. Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Lionel Jospin fut ministre d'État de l'Éducation nationale, de la recherche et des sports du 12 mai 1988 au 23 juin 1988 puis ministre d'État, ministre de l'Éducation nationale, de la jeunesse et des sports du 28 juin 1988 au 2 avril 1992. Premier ministre du 2 juin 1997 à mai 2002.

<sup>3</sup> Décret n° 92-57 du 17 janvier 1992. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 922. Modifiant le décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976 relatif à l'organisation des formations dans les lycées.

<sup>4</sup> Décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976, BO n° spécial du 6 janvier 1977, p. 4589. Organisation des formations dans les lycées.

Jacques Guyard (1991)<sup>1</sup>, secrétaire d'État à l'enseignement technique, établit de façon définitive la séparation entre l'enseignement technologique et l'enseignement professionnel. Si chaque voie comporte un cycle de détermination, l'orientation en fin de troisième se fait soit vers la voie professionnelle, soit vers la seconde générale et technologique.

### **12.1.1 La classe de seconde générale ou technologique**

La classe de seconde générale et technologique constitue le cycle de détermination vers les voies générale ou technologique. À ce titre les enseignements de la classe de seconde comprennent un tronc commun de français, mathématiques, langue vivante 1, histoire - géographie et des matières optionnelles. Les matières optionnelles ont pour objectif de permettre aux élèves de préciser leur choix de formation ultérieure. Ces options de seconde ne sont pas déterminantes pour l'entrée en classe de première. Les élèves choisissent deux options parmi celles proposées dans leur établissement. Il peut s'agir, suivant les lycées, des options suivantes : initiation économique et sociale ; langue vivante 2 ou langue ancienne ; langue vivante 3 ; gestion et informatique ; arts ; technologies des systèmes automatisés (TSA) ; productive ; techniques des sciences physiques ; informatique et électrotechnique en sciences physiques ; sciences et techniques biologiques et paramédicales ; sciences et techniques médicosociales.

### **12.1.2 La voie générale**

La voie générale prépare les élèves au diplôme national du baccalauréat général<sup>2</sup>, nouvelle dénomination du baccalauréat de l'enseignement du second degré<sup>3</sup>. Ce baccalauréat ouvre les portes des universités, des classes préparatoires qui mènent à la préparation des concours d'entrée dans les grandes écoles ou, pour ceux qui privilégient des études supérieures courtes, des Instituts universitaires de technologie. La classe de première et la classe de terminale forment le cycle terminal du lycée.

Le nouveau baccalauréat général comporte trois séries. La désignation sous forme d'une suite de lettres (séries A, B, C...) laisse la place à une appellation sous une initiale en lien avec les matières dominantes. La série littéraire devient « L », la série économique et sociale s'appelle « ES », et « S » vient désigner la série scientifique. Chaque série comporte des matières dominantes, des matières complémentaires de formation générale et des matières optionnelles facultatives. Les matières dominantes de la série scientifique S sont les mathématiques, la physique - chimie, les sciences de la vie et de la terre ou la technologie industrielle. Les élèves peuvent choisir une option renforcée parmi ces matières. Les matières complémentaires sont le français, l'histoire - géographie, la langue vivante 1 et l'éducation physique et sportive, auxquelles s'ajoutent les options. Après les changements politiques intervenus en mars 1993, François

---

<sup>1</sup> Guyard Jacques (1991). *Allocution sur la rénovation des lycées. Rénovations pédagogiques de lycées Propositions et décisions*. Conférences de presse du 22 avril et 25 juin 1995. Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Décret n° 93-460 du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars, p. 4743. Portant règlement général du baccalauréat général 1993.

<sup>3</sup> Décret n° 92-300 du 31 mars 1992. JORF n° 78 du 1<sup>er</sup> avril 1992, p. 4527. Modifiant le décret n° 62-1173 du 29 septembre 1962 modifié portant réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Bayrou<sup>1</sup>, nouveau ministre de l'Éducation nationale remet en cause la possibilité pour les élèves de S d'opter pour une option supplémentaire de mathématiques. Les matières dominantes et complémentaires sont remplacées par des matières obligatoires<sup>2</sup>. Mais ces changements ne remettent pas en cause la rénovation du lycée d'enseignement général et technologique (LEGT) engagée par son prédécesseur.

Ainsi le baccalauréat mathématiques et technique, la série E, qui était un baccalauréat à part entière, devient-il l'option obligatoire technologie industrielle du baccalauréat S (scientifique)<sup>3</sup> comme il existe une option science de la vie et de la terre et une option biologie - écologie<sup>4</sup>. Il s'agit, pour l'enseignement de la technologie, d'une reconnaissance qui était réclamée de longue date (notamment par l'AFDET, cf. § 11.4.2). Les horaires restent inchangés. Les élèves suivent un enseignement de huit heures par semaine en technologie et sont présents au lycée quatre heures de plus que leurs camarades (hors options facultatives).

### **12.1.3 La voie technologique et les nouveaux baccalauréats Sciences et technologies industrielles (STI)**

La voie technologique prépare les élèves au diplôme national de baccalauréat technologique. 80 % des élèves poursuivent leurs études au-delà du baccalauréat, majoritairement dans une formation supérieure courte (BTS ou DUT) menant directement à l'insertion professionnelle. Une partie d'entre eux poursuit ses études dans des classes préparatoires spécifiques ou encore à l'université. La classe de première et celle de terminale constituent le cycle terminal. La voie technologique prépare également certains élèves au diplôme national du brevet de technicien qui porte mention d'une spécialité technique. La réforme est l'occasion de transformer certains brevets de technicien en baccalauréat technologique.

Les baccalauréats technologiques, créés en 1986<sup>5</sup>, sont également rénovés. Avec la réorganisation en cinq séries, les appellations F, G, H disparaissent. Les nouvelles séries<sup>6</sup> prennent alors des appellations en lien avec les différents domaines scientifiques ou technologiques des matières dominantes : « SMS » sciences médicosociales ; « STI » sciences et technologies industrielles ; « STL » sciences et technologies de laboratoire ; « STT » sciences et technologies tertiaires ; « STAE » sciences et technologies de l'agronomie et de l'environnement ; « STPA » sciences et technologies du produit agroalimentaire. Certaines séries comportent des spécialités, ainsi le baccalauréat sciences et technologies industrielles (STI)<sup>7</sup> en comporte-t-il cinq : génie mécanique ;

---

<sup>1</sup> François Bayrou fut ministre de l'Éducation nationale du 30 mars 1993 au 11 mai 1995 puis ministre de l'Éducation nationale, de l'enseignement supérieur, de la recherche du 18 mai 1995 au 4 juin 1997

<sup>2</sup> Décret n° 93-1092 du 15 septembre 1993. JORF n° 217 du 17 septembre 1993, p. 12990. Portant règlement général du baccalauréat général.

<sup>3</sup> Arrêté du 15 septembre 1993. JORF n° 216 du 17 septembre 1993, p. 12996. Relatif aux épreuves du baccalauréat général à compter de la session de 1995.

<sup>4</sup> Enseignement assuré uniquement dans les lycées agricoles.

<sup>5</sup> Décret n° 86-378 du 7 mars 1986. BO n° 12 du 27 mars 1986, p. 1150. Création du baccalauréat technologique.

<sup>6</sup> Décret n° 93-459 du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars 1993, p. 4741. Portant règlement général du baccalauréat technologique.

<sup>7</sup> Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10285. Définissant les programmes des enseignements des classes de première et terminale des lycées conduisant au baccalauréat technologique de la série sciences et technologies industrielles (STI).

génie électronique ; génie électrotechnique ; génie civil ; génie énergétique. En 1993<sup>1</sup>, plusieurs brevets de techniciens<sup>2</sup> sont transformés en baccalauréat technologique, série génie des matériaux<sup>3</sup>. Parmi les matières dominantes de la voie technologique STI, l'enseignement de l'étude des constructions et de l'étude des systèmes techniques industriels est confié à un titulaire du CAPET tandis que les sciences physiques et physique appliquée reviennent à un titulaire du CAPES ou agrégé.

#### **12.1.4 La voie professionnelle**

La voie professionnelle conserve sa finalité d'insertion professionnelle et l'organisation héritée de la loi de programmation sur l'enseignement technique et professionnel (1985)<sup>4</sup>. La réforme met fin à l'orientation en fin de cinquième y compris pour les élèves se destinant à l'apprentissage. À la sortie du collège, les formations professionnelles mènent à un CAP ou à un BEP en deux ans. Les deux années de BEP constituent le cycle d'observation de la voie professionnelle. Il est ensuite possible de préparer un baccalauréat professionnel en deux ans ou de rejoindre la voie technologique en classe de première. Les élèves peuvent ensuite préparer un BTS ou DUT. Il faut donc six ans pour obtenir le BTS (BEP + baccalauréat technologique + BTS ou DUT) par la voie professionnelle contre cinq par la voie technologique. Le baccalauréat professionnel constitue le cycle terminal de la voie professionnelle. En 1993 quarante-six baccalauréats professionnels sont répertoriés. À lui seul le baccalauréat professionnel bureautique regroupe plus de 50 % de l'effectif total des élèves suivant la voie professionnelle.

La refonte des programmes de technologie qui accompagne les réorganisations administratives de la voie générale et technologique est menée de front avec la préparation de la réforme du lycée. Cette réécriture est mise en œuvre dès 1990.

## **12.2 L'incidence de la loi d'orientation sur la rédaction des programmes de technologie**

Dès la fin 1990, en application de la loi Jospin (1989)<sup>5</sup>, la révision des programmes de technologie au lycée est engagée sous la responsabilité du Conseil national des programmes et de la direction des lycées et collèges. Cette révision est confiée pour la

---

<sup>1</sup> Arrêté du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars 1993, p 4755. Créant un baccalauréat technologique, série sciences et technologies industrielles (STI), une spécialité génie des matériaux et complétant l'arrêté du 10 juillet 1992 fixant l'organisation et les horaires des enseignements dans cette série de baccalauréat technologique, ainsi que transformant certains brevets de technicien en baccalauréat technologique de cette même série, spécialité génie des matériaux.

<sup>2</sup> Céramiste option céramique du bâtiment et option céramique industrielle générale. Fonderie sur modèles. Fonderie en moules métalliques. Forge mécanique et estampage. Industries du verre option fabrication et option transformation. Mise en œuvre des plastiques.

<sup>3</sup> Élaboration et transformation des matériaux céramiques et verres, matériaux métalliques, matériaux organiques. L'approfondissement vers un type de matériaux est fonctions des ressources de l'établissement. Arrêté du 16 décembre 1993. BO hors série du 30 décembre 1993. Tome III - Brochure 4 bis.

<sup>4</sup> Loi n° 85-1371 du 23 décembre 1985. JORF du 26 décembre 1985, page 15110. Loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel (dite loi Carraz).  
<http://legifrance.com/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000693428&fastPos=1&fastReqId=1886894287&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>

<sup>5</sup> Loi n° 89-486 du 10 juillet 1989. BO spécial n° 4 du 31 août 1989, p. 3. Loi d'orientation sur l'éducation (dite loi Jospin).

première fois à des groupes techniques disciplinaires (GTD). Ces groupes sont présidés par un universitaire, ils comportent des inspecteurs et des professeurs.

### 12.2.1 Le Conseil national des programmes (CNP)

En application de l'article 6 de la loi d'orientation sur l'éducation du 10 juillet 1989, un Conseil national des programmes (CNP)<sup>1</sup> est mis en place en mars 1990<sup>2</sup>. Il a pour mission de donner des avis et des propositions au ministre de l'Éducation nationale sur la conception générale des enseignements, les grands objectifs à atteindre, l'adéquation des programmes et des champs disciplinaires à ces objectifs et leur adaptation au développement des connaissances.

Deux rapports sont rendus en 1990 et 1991<sup>3</sup>. Un des premiers travaux du Conseil national des programmes est de proposer une charte des programmes. Celle-ci est adoptée au début de l'année 1992<sup>4</sup>. Pour la première fois, une définition officielle de ce que doit être un programme d'enseignement est proposée. Il est possible de résumer les trois éléments clés contenus dans le texte. Un programme scolaire est :

- un outil qui traduit les objectifs généraux du système éducatif ;
- un texte officiel et réglementaire (publié au BO) ayant valeur de référence nationale qui définit dans chaque discipline et à chaque niveau les contenus et les méthodes d'enseignement, les capacités à faire acquérir, les compétences et leurs savoirs et savoir-faire associés ainsi que les niveaux d'acquisition<sup>5</sup> demandés aux élèves ;
- un cadre imposé aux enseignants à partir duquel ceux-ci élaborent une stratégie pédagogique adaptée à leurs élèves.

Désormais tous les programmes scolaires doivent satisfaire à la charte. Les programmes doivent être accompagnés de documents explicatifs appelés « documents d'accompagnement ».

### 12.2.2 Les documents d'accompagnement des programmes

Un premier document d'accompagnement est rédigé en direction des enseignants pour leur permettre « *de s'approprier et de mettre en œuvre le programme* ». Un second document est rédigé en direction de parents et des élèves pour leur faire comprendre « *les raisons des exigences auxquelles les élèves doivent satisfaire au cours et au terme de l'année scolaire [...] les objectifs de la filière ou de la voie de formation* ». Dans les formations professionnelles et technologiques, ce deuxième document est également

---

<sup>1</sup> Décret n° 90-179 du 23 février 1990. JORF n° 50 du 28 février 1990, p. 2512. Instituant le Conseil national des programmes.

<sup>2</sup> Composé de 22 membres nommés pour cinq ans par le ministre, il est dirigé par Didier Dacunha-Castelle de 1990 à 1993.

<sup>3</sup> Conseil national des programmes (1990). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Premier rapport*. Novembre 1990. Ministère de l'Éducation nationale.

Conseil national des programmes (1990). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Synthèse*. Novembre 1990. Ministère de l'Éducation nationale.

Conseil national des programmes (1991). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Second rapport*. Mars 1991. Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>4</sup> Charte des programmes. BO n° 8 du 20 février 1992, p. 487. Charte des programmes.

<sup>5</sup> Niveaux d'exigence ou niveaux taxonomiques.



rédigé en direction des futurs employeurs afin de leur « *permettre de connaître les savoirs, savoir-faire et le niveau de compétence acquis en fin de formation* ».

De plus, le document d'accompagnement, texte officiel mais non réglementaire, contient des injonctions pédagogiques à l'adresse des enseignants. Il peut être complété par un guide d'équipement qui précise les équipements ou les matériels nécessaires à la mise en œuvre des programmes. Dans le cadre de la déconcentration et de la décentralisation, ce document revêt une grande importance. Il doit permettre de guider les établissements et les régions dans le choix des investissements. Ce document comporte également des plans types pour l'aménagement des salles de cours et des laboratoires. Il concerne donc également les architectes.

### **12.2.3 Les groupes techniques disciplinaires (GTD), l'élaboration des programmes, les divergences de vue entre génies**

À la création du Conseil national des programmes, vingt groupes de travail intitulés « groupes techniques disciplinaires » (GTD) lui sont associés. Ces groupes, représentatifs des différentes disciplines et indépendants sont créés pour cinq années. Leur compétence couvre tous les niveaux de formation<sup>1</sup>. Ils ont pour mission d'élaborer « *des projets de programmes portant sur les contenus et les méthodes* » sur la base des orientations retenues par le ministre.

Pour la technologie, trois GTD génie sont constitués. Il s'agit des GTD génie mécanique, génie électrique et génie automatique. La création d'un GTD automatique, alors qu'aucun corps de professeurs de génie automatique (CAPET ou agrégation) n'existe, apparaît comme le signe de la volonté de rapprocher, et sans doute à terme de fondre, les génies industriels.

Le GTD génie automatique, présidé par Jean-Paul Frachet, professeur à l'ISMCM<sup>2</sup> qui se définit lui-même comme le « *concepteur du concept [de] génie automatique* », se réunit pour la première fois en novembre 1990. Christian Merlaud y intervient en tant que membre du Conseil national des programmes et précise le premier objectif du GTD : « *dans le cadre de la restructuration des différentes voies conduisant au baccalauréat – définir le module optionnel 'technologie' proposé dans la voie scientifique.*».

Cette expérience de travail des GTD révèle rapidement la difficulté de faire converger les points de vue entre les représentants des enseignements des différents génies. Ainsi, lors d'une réunion commune, le représentant du groupe génie électrique déclare-t-il au nom de son groupe :

*« L'option actuelle privilégie trop la mécanique et l'automatisme. La 'technologie des systèmes automatisés' devrait mieux présenter toutes les technologies afin que les élèves puissent s'orienter en fin de seconde. La description des parties commandes devrait utiliser d'autres outils que le GRAFCET. ».*

Cette réunion se déroule dans un climat tendu. Les participants viennent d'apprendre les réductions d'horaire prévues dans les enseignements de technologie en

---

<sup>1</sup> Pour l'enseignement professionnel et technologique, ce sont les commissions professionnelles consultatives (CPC) qui assurent les fonctions assignées aux GTD.

<sup>2</sup> Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique.

classes de première et de terminale. Un membre du groupe de génie mécanique précise que « *le temps d'accès à la connaissance en génie mécanique est plus long qu'en génie électrique* ». Une argumentation est largement développée dans la revue *Technologies & Formations* (1991)<sup>1</sup>. Cet article, développe le point de vue militant du GTD de mécanique, il est l'occasion d'argumenter contre les réductions d'horaires :

*« Restreindre la formation technologique initiale à sa composante théorique, parce que c'est évidemment beaucoup plus facile et moins coûteux, constituerait une faute majeure pour le devenir de nos industries. »*

Ce contexte provoque la démission de Viviane Anselmetti (1991)<sup>2</sup>, professeur agrégée de génie mécanique au lycée scientifique et industriel Gustave Eiffel de Cachan. Celle-ci indique dans son courrier à l'adresse du président du Conseil national des programmes, « *le laminage de la technologie dans le second degré réduit ma motivation à néant* ». Ce découragement est accentué par les différences de vues entre les membres des groupes de génie mécanique, génie électrique et génie automatique. Elle précise un peu plus loin :

*«... lors d'une réunion commune, j'ai été surprise des distorsions de points de vue entre les différents participants qui présageaient de sérieuses difficultés quand à la mise au point d'un programme commun. »*

Mais le travail des GTD est également entravé par un certain flou qui accompagne sa mission. Ces difficultés sont accentuées par le besoin de faire vite. Deux ans après la création des GTD, le constat est amer. Michel Carrard et Jean-Paul Frachet (1992)<sup>3</sup> présidents des GTD respectivement de génie mécanique et de génie automatique adressent un courrier à Christian Forestier, directeur des lycées et collèges dans lequel ils précisent :

*« Lors de notre recrutement, il y a deux ans par le CNP, nous avons tous été séduits par l'objectif fixé : avoir une réflexion de fond sur l'enseignement de nos disciplines en développant une approche décloisonnée et transdisciplinaire. Aujourd'hui, nous sommes, dans les faits, une commission de rédaction de programmes, naguère assumée par d'autres. »*

De fait, le rôle des GTD se résume à une réécriture des programmes, dans l'urgence, en conformité avec les recommandations du CNP. Ceux-ci seront finalement fin prêts en 1992 pour la mise en place à la rentrée 1993 en classe de seconde technologie des systèmes automatisés (TSA) et 1994 pour la classe de première S technologies industrielles.

---

<sup>1</sup> GTD génie mécanique (1991). La technologie dans la voie scientifique et technologique - Le point de vue du GTD génie mécanique. *Technologies & Formations*, 40, 12-16.

<sup>2</sup> Anselmetti Viviane (1991). *Copie de la lettre de démission adressée le 14 juin 1991 par Jean-Pierre Frachet aux membres du GTD automatique.* (Archives personnelles).

<sup>3</sup> Carrard Michel, Frachet Jean-Paul (1992). *Lettres à M. Christian Forestier, directeur des lycées et collèges. Saint-Ouen le 12 octobre 1992.* (Archives personnelles).

## **12.3 Les nouveaux programmes de technologie en seconde, sous le signe des chaînes fonctionnelles**

Dans le cadre de la réforme du lycée, l'option technologies des systèmes automatisés (TSA) n'est plus obligatoire pour poursuivre vers l'option technologies industrielles du nouveau baccalauréat scientifique (ancien baccalauréat E) ou vers les nouveaux baccalauréats STI (qui remplacent les anciennes séries F). Cette option devient une option comme les autres, à la différence près qu'elle ne peut être proposée que dans les établissements pourvus en matériels didactiques appropriés, c'est-à-dire pour la plupart, des lycées technologiques. Les programmes sont réécrits pour tenir compte de la charte des programmes. La réduction de quatre à trois heures hebdomadaires<sup>1</sup> entraîne un allègement des contenus d'enseignement. Un guide d'équipement en matériels vient compléter le programme. Des dérives constatées obligent à restreindre l'utilisation de graphismes à quelques types de représentation et conduisent à proposer un cadre strict pour l'analyse de la structure interne des systèmes automatisés. Ces mesures sont complétées par des définitions du vocabulaire utilisé en seconde TSA.

### **12.3.1 Les objectifs généraux et la démarche pédagogique de l'option technologie des systèmes automatisés (TSA) en classe de seconde**

La nouvelle version du programme de l'option Technologie des systèmes automatisés (TSA) paraît en septembre 1992<sup>2</sup> pour une entrée en vigueur à la rentrée 1993. Elle tient compte des recommandations du Conseil national des programmes qui impose une meilleure lisibilité des programmes pour les parents et les élèves. Selon le nouveau programme :

*« la technologie des systèmes automatisés concerne l'ensemble des systèmes pluritechniques dont la fonction commune est de conférer une valeur ajoutée à des matières d'œuvre qui peuvent se présenter sous forme de produits, d'énergie ou d'informations. ».*

Cette définition dépasse largement le cadre des systèmes de production. La formation développée en TSA s'appuie sur les compétences acquises au collège. Les objectifs généraux sont identiques à ceux des précédents programmes, notamment l'acquisition de connaissances décloisonnées et le développement des aptitudes intellectuelles. De la même façon, la démarche pédagogique reste orientée du pourquoi vers le comment. Il s'agit pour l'élève de passer du réel vers ses représentations modélisées et de la solution technique vers la compréhension des structures internes des systèmes. Cette démarche suppose une approche inductive à partir d'activités d'observation, d'étude, de test et d'exploitation de système lors de travaux pratiques. La rédaction du programme est rendue plus lisible par une séparation des contenus et des objectifs de formation.

### **12.3.2 Les contenus de formation revus à la baisse**

---

<sup>1</sup> L'option productique conserve le même programme et les mêmes horaires (4 heures hebdomadaires).

<sup>2</sup> Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 3. Programme de technologie des systèmes automatisés (TSA) classe de seconde générale et technologique.

Les contenus d'enseignement évoluent peu entre 1986 et 1992. La réduction horaire entraîne leur allègement et un recentrage du programme sur les systèmes automatisés. La référence à « *la production de biens matériels et de service* » disparaît tout comme les notions de compétitivité et de coût. De la même manière, la référence à l'électronique est abandonnée tandis que l'informatique devient l'informatique industrielle. Les logiciels de représentation volumique en trois dimensions (3D) font leur apparition. Le programme est restructuré autour de cinq chapitres au lieu de sept précédemment :

- 1 - les systèmes automatisés (définitions, structure et objectifs de l'automatisation) ;
- 2 - la partie opérative (ensembles mécaniques articulés et effecteurs, constituants des chaînes fonctionnelles, représentation graphique des éléments de la partie opérative) ;
- 3 - la partie commande (description des systèmes logiques et constituants de commande programmable) ;
- 4 - le dialogue opérateur / partie commande (la fonction dialogue d'exploitation et les constituants de dialogue) ;
- 5 - la mise en œuvre de systèmes automatisés (raccordements des constituants de la partie opérative et de la partie commande, implantation et validation d'un GRAFCET, exploitation d'un système automatisé).

Chaque chapitre est décliné selon une liste de notions (productivité, matière d'œuvre, mobilité des liaisons, ...), d'outils (GRAFCET, schémas, table de vérité), de constituants (automate programmable, moteurs, claviers et terminaux de programmation, ...) ou de composants (tuyaux et raccords pneumatiques, capteur, actionneur, voyant, ...) (annexe 12-1)<sup>1</sup>.

Les objectifs de formations sont formulés dans une seconde partie du programme.

### **12.3.3 Les objectifs de formation**

Les objectifs de formation sont indiqués sous formes de « *compétences terminales attendues* ». Une présentation sous forme de tableau à trois colonnes est adoptée (annexe 12-2)<sup>2</sup>. La première colonne précise le chapitre concerné. La deuxième colonne indique les compétences terminales attendues, repérées par un numéro. Les compétences ou groupes de compétences sont précédés des conditions de réalisation. Ce type de présentation s'apparente à celle utilisée dans la pédagogie par objectif (PPO), à charge, pour les enseignants, de définir des critères d'évaluation. La dernière colonne comporte des commentaires afin d'apporter des précisions sur les objectifs, les notions ou les composants à étudier...

Ainsi pour le chapitre « 2 – *La partie opérative* », la partie relative à la compétence terminale « 8 » est ainsi formulée : « *À partir d'un dessin de système ou d'un système en fonctionnement : 8 Reconnaître un actionneur et son préactionneur et définir leur fonction.* ». Le commentaire associé précise : « *Vérin pneumatique et distributeur. Moteur*

<sup>1</sup> Annexe 12 : définitions et exemples de constituants (d'automatismes) et de composants d'après le guide d'équipement de la seconde TSA.

<sup>2</sup> Annexe 12 : exemple de tableau de présentation des compétences attendues en fin de seconde TSA (programme 1992).

*électrique asynchrone et contacteur. L'objectif est de dégager le concept de chaîne d'action. ».*

#### **12.3.4 Une liste de vocabulaire**

Le programme est complété par un glossaire. Une liste de termes et des définitions détaillent le vocabulaire et la terminologie utilisée par le programme de l'option TSA. Cette liste est scindée en trois parties suivant que les notions : sont supposées acquises par les élèves à leur entrée en seconde ; doivent être maîtrisées à la fin de la seconde ; sont utilisées sans qu'une maîtrise parfaite du sens ne soit exigée. Les définitions sont proposées lorsqu'existe une possibilité d'interprétation.

La première liste est constituée de 28 termes d'usage général dont le sens est supposé acquis par les élèves lors de la formation au collège. Il s'agit de termes comme : *« Associativité ; Commutativité ; Cycle ; Distributivité ; Énergie ; Matériau ; ... ; Voyant. »* Parmi cette liste les auteurs ont néanmoins jugé utile de proposer une définition pour sept d'entre eux, par exemple :

*« Produit = ce qui est (ou sera) fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin (sens de la norme X 50-150) ou résultat d'une production (sens général). (Le terme "article" est également utilisé, notamment en gestion de la production. X 50-310). »*

Une deuxième liste de 54 termes, définie comme le *« Noyau terminologique spécifique de la seconde TSA »*, regroupe les termes associés à des notions ou des entités techniques pour lesquelles un niveau de compétences et/ou de savoir-faire est exigé en fin de seconde TSA. Il s'agit de termes du type : *« Conduite d'un système ; Coupe ; Dessin aux Instruments ; Dessin de définition ; Information d'entrée ou de sortie ; Liaison appui plan ; ... ; Vérin pneumatique. »*. Le texte précise la finalité de cette deuxième liste :

*« La maîtrise de ce vocabulaire (d'un point de vue sémantique et/ou d'un point de vue fonctionnel - sens et fonction) est l'un des éléments pour la validation des compétences attendues de l'élève en fin de seconde TSA. »*

De la même façon que pour la première liste, 29 des 54 termes ont été définis de manière précise, par exemple :

*« Implantation directe (ou implémentation directe) du GRAFCET = technique de programmation du GRAFCET exploitant un progiciel de saisie directe du GRAFCET sous sa forme graphique, sans aucun langage de programmation intermédiaire. »*

La dernière liste, enfin, regroupe 57 termes qualifiés de *« connaissances sans exigence d'approfondissement »*. Le texte précise qu'il s'agit de notions, de concepts ou d'entités techniques rencontrés pendant la formation et spécifiques à la seconde TSA mais dont la maîtrise conceptuelle ne relève pas du niveau d'un élève de seconde. Parmi cette liste sept termes sont définis, par exemple :

*« Partie commande = ensemble des constituants et composants de traitement de l'information, regroupant les interfaces de liaisons avec les capteurs ou préactionneurs, les constituants de commande proprement dits*

*(processeurs et modules d'E/S, relais...), les constituants de dialogue, de conduite et de supervision (terminaux d'exploitation, pupitres et écrans...), les liaisons et réseaux de communication... »*

Ces différentes listes doivent mettre un peu d'ordre et d'homogénéité dans les pratiques menées dans les différents établissements. Il est un autre domaine où les auteurs du programme ont jugé nécessaire de définir des règles et des limites. Il s'agit des représentations graphiques.

### **12.3.5 Le foisonnement des outils de représentation graphique**

En 1988, soit deux ans après la création de l'option TSA, Jean-Pierre Mereau (1988)<sup>1</sup> repère 39 « *modes graphiques* » susceptibles d'être utilisés en seconde TSA. Parmi ces graphismes, 26 sont utilisés comme outils d'analyse et de description fonctionnelle, et 13 comme outils de recherche et de représentation (annexe 12-3)<sup>2</sup>. Cette étude est à rapprocher de celles de Jean Tourancheau réalisée en 1951<sup>3</sup> qui recense 4 familles de schémas utilisés en mécanique (cf. § 7.2.2 et annexe 7-6) et de Jean Chabal en 1968<sup>4</sup> qui en dénombre 6 (cf. § 8.3.1 et annexe 8-26). Si ces études ne prenaient pas en compte le dessin technique ni les diagrammes sous forme de courbes en usage dans l'enseignement technique de l'époque, elles montrent cependant que le développement considérable de la représentation graphique s'est réalisé au profit de l'analyse fonctionnelle.

Face à cette explosion du nombre de graphismes techniques, nuisible aux apprentissages, les auteurs du programme de TSA limitent strictement à cinq le nombre de graphismes autorisés :

*« Le programme ne retient qu'un nombre restreint d'outils de représentation, choisis tant pour leur universalité (couverture du domaine) que pour leur efficacité : le dessin technique, le schéma cinématique, les opérateurs logiques, le chronogramme et le GRAFCET. Tout autre modèle est explicitement exclu pour ce niveau de seconde. »*

Ainsi le recours à la méthode SADT (Structured Analysis Design Technique), qui a connu un succès fulgurant (cf. § 11.6.), est-il proscrit en classe de seconde. Le programme préconise cependant, sans la nommer, une méthode d'analyse de type descendante qui part « *du besoin vers la solution en passant par les fonctions et leur organisation* ». Autrement dit, il s'agit, en répondant aux questions « pourquoi ? », « quoi ? » et « comment ? » de définir « *la finalité du système étudié* », « *les fonctions qu'il doit remplir* » et « *sa construction* ». Dès lors, l'outil SADT fait défaut. Aucune des représentations graphiques autorisées ne permet de représenter l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un système automatisé. Le programme introduit alors la notion de « *chaîne fonctionnelle* » et propose un schéma générique susceptible de

---

<sup>1</sup> Mereau Jean-Pierre (1987a). La représentation graphique au service de la communication technique. 1<sup>re</sup> partie. *Technologies & Formations*, 15, 28-36.

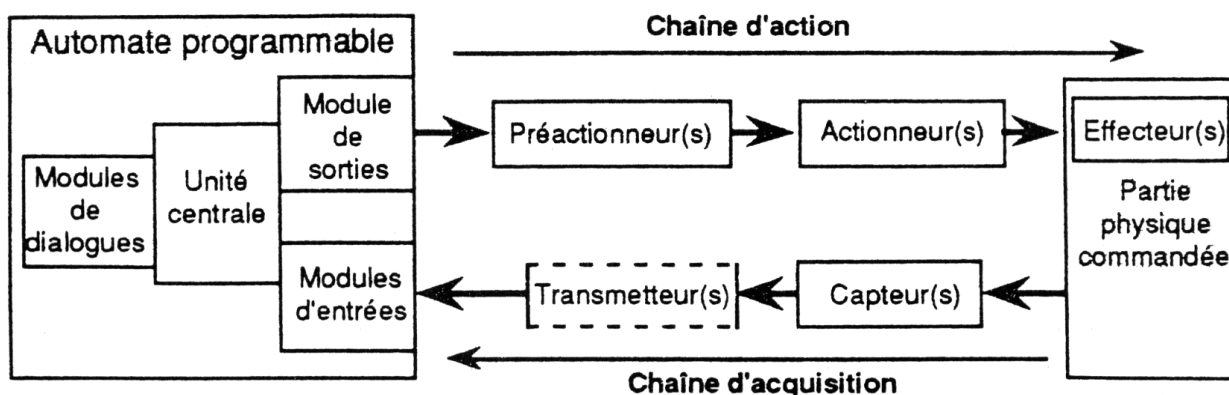
Mereau Jean-Pierre (1987b). La représentation graphique au service de la communication technique. 2<sup>e</sup> partie. *Technologie & Formations*, 16, 29-37.

<sup>2</sup> Annexe 12 : les modes de représentations graphiques susceptibles d'être utilisés en seconde TSA en 1988.

<sup>3</sup> Tourancheau Jean (1951). Le schéma. *Technique Art Science*, 7, 33-38.

<sup>4</sup> Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106.

s'adapter à la représentation de l'organisation interne de n'importe quel système automatisé (cf. fig. 12.1 *infra* et annexe 12-4)<sup>1</sup>.



**Figure 12-1 : représentation d'une chaîne fonctionnelle et de ses constituants (programme de TSA 1992)**

Ce schéma s'inspire largement de propositions plus anciennes (cf. annexes 10-27, et 11-56). Mais cette injonction ne met pas fin à l'utilisation de diagrammes SADT ni d'ailleurs aux autres graphismes interdits. Quatre ans après la réforme des programmes de la TSA, Janrené Doulin (1996)<sup>2</sup> analyse dans sa thèse l'offre proposée aux élèves dans les manuels scolaires et dans les documents photocopiés remis par les professeurs. Il dresse une typologie des graphismes techniques utilisés en TSA (annexe 12-5)<sup>3</sup> et en recense 26 types différents<sup>4</sup>. Doulin explique le choix des professeurs d'utiliser tel ou tel graphisme, par leur origine, leurs habitudes, leur connaissance et leur maîtrise plus ou moins grande des graphismes. Mais le choix des graphismes peut aussi être imposé par la possession de telle ou telle maquette didactique (Calmettes et Lefèvre, 1996)<sup>5</sup>.

Ainsi le schéma des chaînes fonctionnelles vient-il s'ajouter à la panoplie déjà bien garnie des représentations graphiques des systèmes. Paradoxalement le concept de chaîne fonctionnelle n'est pas repris lors de la rédaction des programmes de l'option technologie industrielle du baccalauréat S tandis qu'il fera son entrée dans les nouveaux programmes de sciences industrielles lors de la réforme des classes préparatoires en 1995, c'est-à-dire trois ans plus tard. Entre-temps un guide d'équipement pour les

<sup>1</sup> Annexe 12 : représentation graphique d'une chaîne fonctionnelle selon le programme de la seconde TSA (1992).

<sup>2</sup> Doulin Jeanrené (1996). *Analyse comparative des difficultés rencontrées par les élèves dans l'appropriation de différents types de graphismes techniques en classe de seconde : option « TSA » (Technologie des Systèmes Automatisés)*. Thèse de didactique des sciences et techniques. LIREST : ENS Cachan.

<sup>3</sup> Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, n° 48, 39-62.

<sup>4</sup> Annexe 12 : typologie des graphismes techniques utilisés en seconde TSA d'après Janrené Doulin.

<sup>5</sup> Calmettes Bernard, Lefevre Richard (1996). Curriculum réalisé : étude de cas relatifs à l'enseignement de l'électrotechnique. *Aster* 23, 87-107.

sections de seconde TSA vient préciser les modalités de mise en œuvre des matériels didactiques.

### 12.3.6 Un guide d'équipement pour la TSA

Qualifié de « *guide-conseil* » par le directeur des lycées et collèges Christian Forestier (1994)<sup>1</sup> qui en signe la préface, un guide d'équipement<sup>2</sup> vient compléter, en 1994, le programme de TSA (annexe 12-6)<sup>3</sup>. Il recense et décrit les systèmes didactisés homologués souhaitables pour équiper les laboratoires de TSA, et comporte des recommandations pédagogiques. Les apports de connaissances sur l'année sont réalisés sous forme de travaux pratiques (TP) menés sur des systèmes et organisés autour de « *thèmes d'étude* » (annexe 12-7)<sup>4</sup>. L'impossibilité de multiplier le nombre de systèmes oblige à généraliser les TP tournants<sup>5</sup> (annexe 12-8)<sup>6</sup>. Les activités de travaux pratiques sont organisées en deux périodes, un cycle de sensibilisation suivi d'une synthèse et d'une évaluation intermédiaire et un cycle de renforcement suivi d'une synthèse et d'une évaluation terminale (annexe 12-9)<sup>7</sup>. Chacun des systèmes utilisés doit être accompagné par un dossier technique destiné au professeur, un dossier de références destiné à l'élève « *reprenant certains éléments du dossier technique et organisé selon la logique des chapitres du programme* » et un dossier pédagogique « *comportant l'ensemble des fiches pédagogiques [...] organisés selon la logique [des] thèmes d'étude.* » (annexe 12-10)<sup>8</sup>. Ces dossiers sont directement fournis par certaines sociétés qui développent ou commercialisent les systèmes didactisés.

Ainsi le guide d'équipement devient-il un outil à la fois technique et pédagogique. Rédigé par des inspecteurs, des chefs de travaux et des professeurs, il offre la possibilité d'infléchir ou de compléter le programme d'enseignement.

## 12.4 La technologie industrielle au lycée général et technologique

Après ceux de la classe de seconde TSA, les programmes de technologie industrielle des enseignements du cycle terminal du lycée sont réécrits. Il s'agit davantage d'un réajustement devant permettre une meilleure cohérence d'ensemble des enseignements de technologie industrielle dispensés aux élèves du baccalauréat scientifique technologie industrielle, aux élèves des autres baccalauréats scientifiques suivant l'« *option complémentaire technologie industrielle* » et aux élèves des baccalauréats technologiques.

---

<sup>1</sup> Forestier Christian (1994). *Préface*. In Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés. Ministère de l'Éducation nationale Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales.

<sup>2</sup> MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>3</sup> Annexe 12 : liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de TSA.

<sup>4</sup> Annexe 12 : points de vue associés aux thèmes d'étude.

<sup>5</sup> Le guide d'équipement prévoit une moyenne de 5 systèmes pour 18 élèves auxquels s'ajoutent des sous-système et des chaînes fonctionnelles isolées.

<sup>6</sup> Annexe 12 : organisation de travaux pratiques tournants (exemple pour 6 binômes différents et 6 TP différents répartis sur 6 semaines).

<sup>7</sup> Annexe 12 : cycles de formation sous forme de travaux pratiques en seconde TSA.

<sup>8</sup> Annexe 12 : nature et contenus des dossiers accompagnant les systèmes didactisés en seconde TSA.



### 12.4.1 La Technologie industrielle du baccalauréat scientifique

Avec la rénovation des lycées en 1992, le baccalauréat E, créé en 1967<sup>1</sup>, est intégré au baccalauréat scientifique avec la technologie<sup>2</sup> parmi les matières obligatoires. L'orientation technologie dans la série S de la voie générale est offerte à tout élève, qu'il ait ou non choisi l'option TSA en seconde.

Le nouveau programme<sup>3</sup> est intitulé « *La technologie dans la voie scientifique* ». Sa réécriture en 1992 est justifiée par le respect de la charte des programmes. Cependant, compte tenu du contexte, il ne s'agit que d'un toilettage. En effet le précédent programme date de 1989 et les épreuves du baccalauréat sont subies par des candidats sur cette base pour la première fois en 1991. De plus, selon les auteurs du nouveau programme<sup>4</sup>, « *la rénovation est jugée réussie* » et surtout, il n'est pas question de remettre en cause « *l'énorme investissement accompli par les équipes pédagogiques* ». Dès lors, les objectifs généraux, les horaires (annexe 12-11)<sup>5</sup>, l'architecture et l'esprit du nouveau programme conservent ceux des précédents de 1988 et de 1989 (cf. § 11.4.1 et 11.4.2).

Des modifications sont cependant introduites dans le nouveau programme pour tenir compte de l'expérience des trois années de mise en œuvre. Les changements affectent les intitulés des chapitres et les contenus d'enseignement. Ainsi, selon les membres du GTD, auteurs de la réécriture du programme, le changement d'intitulé du chapitre A du programme de 1989 de « *Conception des ensembles techniques* » en « *Étude des ensembles techniques* » permet de « *recadre[r] le programme vis-à-vis de l'objectif effectivement atteignable* ». De la même manière, bien que les notions d'asservissement restent inscrites au programme, le terme « *automatique* » disparaît de l'intitulé du chapitre D tandis que le terme « *électrotechnique* » apparaît dans le chapitre E (annexe 12-12)<sup>6</sup>.

Concernant les contenus proprement dits, la rédaction du programme prend en compte la nouvelle norme « *NF X 50-151* »<sup>7</sup> relative à l'« *expression fonctionnelle du besoin et au cahier des charges fonctionnel* ». La réécriture du programme est l'occasion de privilégier l'analyse de la « *relation modèle - réel* » et d'atténuer le clivage génie électrique / génie mécanique afin de donner aux contenus un esprit marqué « *génie des systèmes* ». À cette fin, le programme précise que la technologie des systèmes de la voie S « *privilégie l'acquisition des comportements inducteurs des attitudes futures, particulièrement deux des attitudes essentielles de l'ingénieur que sont la relation à la*

---

<sup>1</sup> Décret n° 67-994 du 13 novembre 1967. BO n° 44 du 23 novembre 1967, p. 2817. Réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

<sup>2</sup> Ce faisant, le baccalauréat E perd son statut de baccalauréat autonome. En s'y substituant, le baccalauréat S technologie n'est plus dans les faits qu'une des trois options du baccalauréat général S.

<sup>3</sup> Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 104. Relatif aux programmes des disciplines des classes de première des séries ES, L et S et de technologie industrielle des classes de première et terminale de la série S.

<sup>4</sup> Programme de technologie industrielle des classes de première et de terminale de la série S. Annexe : justification des évolutions de programme. Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 119.

<sup>5</sup> Annexe 12 : horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de première et de terminale de la série S.

<sup>6</sup> Annexe 12 : évolution des titres de chapitre du programme de technologie des classes de première et de terminale de la série S.

<sup>7</sup> NF X 50-150. Analyse de la valeur – Analyse fonctionnelle – Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel. AFNOR 1991.

*production et la relation modèle - réel (aller et retour permanent) »*. Le GTD<sup>1</sup> propose une représentation graphique pour illustrer cette « *démarche technologique* » qui procède du général vers le particulier et du particulier vers le général. Autrement dit, il s'agit de pratiquer une analyse ascendante en complément de l'analyse descendante pratiquée en TSA (annexe 12-13)<sup>2</sup>. Cette orientation conduit à limiter de manière relativement importante la mécanique, notamment les calculs, ainsi que la dynamique et l'énergétique abordées par ailleurs en physique. Si le concept de chaîne fonctionnelle, introduit en seconde TSA, n'apparaît pas dans le programme, la compétence « *comprendre l'organisation fonctionnelle et structurelle et les relations entre sa partie opérative et sa partie commande* » est requise.

Des évolutions de forme plus que de fond affectent la présentation rédactionnelle du programme. Les « *Objectifs* » du programme de 1989 sont toujours présentés sous la forme : « *à partir de .... faire....* », mais sont remplacés par des « *compétences terminales attendues* ». Ces compétences définissent « *le contrat d'évaluation pour chaque point des différentes parties du programme* ». Le programme conserve la présentation sous forme d'un tableau à deux colonnes (contenus et compétences) mais les fiches pédagogiques<sup>3</sup> qui définissent l'organisation du cours et des travaux pratiques disparaissent. Le programme précise également que le matériel doit être commun aux deux génies, mécanique et électrique, et à la classe de TSA.

Les épreuves de l'examen du baccalauréat sont réaménagées<sup>4</sup>. Elles comportent une partie écrite de technologie et une partie pratique. Pour chacune des épreuves, les élèves disposent d'un dossier technique qui présente le système à étudier, d'un dossier pédagogique qui contient le travail demandé et éventuellement des documents réponses à compléter et un dossier ressource constitué de documents constructeurs et de normes. L'évaluation des acquis des candidats porte sur le génie mécanique et le génie électrique.

L'épreuve écrite « *Étude d'un système pluritechnique* » (quatre heures, coefficient 6) comprend trois parties : une analyse fonctionnelle globale et une analyse des parties opérative et commande du système ; des calculs de vérifications liés aux caractéristiques mécaniques de la partie opérative ou aux caractéristiques électriques de la partie commande du système ; la production d'une solution, soit un dessin d'une solution constructive relative à la partie opérative, soit l'élaboration d'un schéma structurel ou d'une partie d'un programme d'automate relatif à la partie opérative. Si la partie production d'une solution traite de la partie commande, la partie calcul traite de la partie opérative, et inversement.

L'épreuve pratique « *Mise en œuvre d'un système pluritechnique* » (quatre heures, coefficient 3) est organisée à partir de travaux pratiques qui ont été menés au cours de l'année terminale. Les quatre heures sont équitablement réparties pour l'étude des parties opérative et commande. Les élèves mettent en œuvre un système et en vérifient

---

<sup>1</sup> MEN (1991). Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution du lycée (deuxième rapport).

<sup>2</sup> Annexe 12 : démarche technologique d'analyses descendante et ascendante pratiquées au baccalauréat S.

<sup>3</sup> Le terme pédagogique n'apparaît pas sur les fiches qui ne portent pas de dénomination particulière.

<sup>4</sup> Note de service 94-209 du 19 juillet 1994. BO spécial n° 10 du 28 juillet 1994, p. 19. Définition des épreuves écrites et orales des baccalauréats général et technologique à compter de la session 1995.

les performances et les caractéristiques à l'aide de mesures. L'informatique est utilisée comme outil pour concevoir, dessiner, calculer, simuler. L'évaluation est réalisée par deux professeurs (génies mécanique et électrique) et tient compte des travaux réalisés dans l'année par le candidat.

Les évolutions majeures introduites dans ce nouveau baccalauréat scientifique portent donc sur les épreuves d'examen. Le changement profond de la structure du système éducatif ne provoque pas de modifications immédiates dans les contenus d'enseignement. Une fois de plus les changements d'ordre structurel, organisationnel et pédagogique se déroulent de manière asynchrone. Là encore, les changements importants de contenu, comme la suppression de l'usinage dans les programmes en 1988 et d'organisation ou la réduction d'horaires en 1989, précèdent les changements d'ordre structurel. Cependant la création du baccalauréat scientifique confirme à la fois la filière d'excellence et la scientification de l'enseignement technologique.

#### **12.4.2 L'option complémentaire technologie industrielle de trois heures en classes de première et de terminale des autres baccalauréats scientifiques**

Avec la mise en place de la réforme du baccalauréat, notamment l'organisation de séries avec des matières dominantes, l'option complémentaire de technologie industrielle (trois heures hebdomadaires) est réservée aux élèves des classes de première et de terminale de la série S n'ayant pas retenu la technologie parmi les matières obligatoires. Les objectifs généraux restent conformes à ceux développés dans le précédent programme rédigé en 1988<sup>1</sup> (cf. § 11.3.3). Cette option généraliste s'inscrit dans la continuité des méthodes pédagogiques et de l'approche système de la classe de seconde en TSA. Cependant les domaines d'investigation décrits dans le nouveau programme<sup>2</sup> sont plus larges que les seuls systèmes automatisés. Ainsi les systèmes pluritechniques étudiés relèvent-ils des systèmes à l'usage du grand public, des systèmes de production et des systèmes à application spécifique.

Les enseignements de l'option complémentaire de technologie industrielle se déroulent dans les mêmes laboratoires et selon la même organisation fonctionnelle et matérielle que l'option TSA. Les enseignements sont donnés en travaux dirigés, par demi-division confiée à un professeur unique de génie mécanique ou génie électrique. Cependant pour faciliter la préparation des travaux pratiques et des cours de synthèse, la division complète peut être confiée à deux professeurs de formation complémentaire.

Les contenus sont répartis en cinq chapitres : analyse fonctionnelle des ensembles techniques ; construction mécanique, automatique et informatique industrielle ; électrotechnique ; électronique. En classe de première, l'enseignement est essentiellement orienté vers l'analyse fonctionnelle des systèmes techniques par l'observation globale du comportement des systèmes et la mise en œuvre de travaux pratiques sur les constituants. En classe de terminale, les élèves abordent l'étude matérielle des systèmes et leur organisation en sous-systèmes et constituants.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 25 avril 1988. BO supplément au n° 21 du 2 juin 1988, p. 165. Complément à l'arrêté du 25 avril 1988, relatif aux programmes des classes de première et des classes terminales des lycées d'enseignement général et technologique – programme de l'option complémentaire des classes de première et terminale – technologie industrielle séries A, B, C, D.

<sup>2</sup> Arrête du 20 septembre 1993. BO n° 35 du 21 octobre 1993. Programme de l'option 3 heures. Technologie industrielle classes de première et terminale S.

En conformité avec l'air du temps, le programme est rédigé sous forme d'un tableau faisant apparaître les compétences visées en regard des contenus et comporte des indications de répartition horaire. Dans le même esprit, il est recommandé de privilégier une progression individualisée, de construire des activités,

« à partir des objectifs dérivés des compétences et d'opérationnaliser ces objectifs en précisant pour chaque activité : Le ou les objectifs à atteindre ; Les pré-requis nécessaires ; Les connaissances à assimiler ; Le problème technique posé ; Les critères d'évaluation. ».

L'option complémentaire technologie industrielle donne lieu à une épreuve facultative au baccalauréat dans les mêmes conditions qu'avant la réforme (cf. § 11.3.3.).

### **12.4.3 Les nouveaux baccalauréats technologiques sciences et technologies industrielles (STI)**

La nouvelle série sciences et technologies industrielles (STI) du baccalauréat technologique comporte six spécialités : génie mécanique ; génie électronique ; génie électrotechnique ; génie civil et génie énergétique. La spécialité génie mécanique se décline en plusieurs options : a) productique mécanique ; b) systèmes motorisés ; c) structures métalliques ; d) bois et matériaux associés ; e) matériaux souples ; f) microtechniques. Cependant, quelques années après leur création, Christian Forestier (1999)<sup>1</sup> précise : « les séries STI et STL s'inscrivent par rapport aux anciennes séries F dans une très grande et remarquable continuité (en fait on n'a pratiquement rien changé). » (p. 41). De fait, les programmes rédigés en 1988 (cf. 11.4.3) font l'objet d'une réécriture en 1992<sup>2</sup> sans grande évolution. Tout au plus tiennent-ils compte du nouvel intitulé du baccalauréat technologique. L'importance de la pédagogie de projet est réaffirmée.

La véritable nouveauté réside dans la spécification des niveaux taxonomiques qui accompagnent chacun des items du programme (annexe 12-14)<sup>3</sup>. Les niveaux d'acquisition que les élèves doivent atteindre sont repérés à l'aide d'un code à quatre chiffres correspondant à quatre niveaux d'exigence, à charge du professeur d'une mise en correspondance de son enseignement et des compétences attendues à la fin de la classe de terminale en fonction du niveau taxonomique préconisé.

Le premier niveau (1) est décrit comme le « niveau d'information ». Il correspond à une « vue d'ensemble d'un sujet » dans laquelle « les réalités sont montrées de manière partielle ou globale ». Le « niveau d'expression » (2) vise l'« acquisition de moyens d'expressions et de communication ». Le « niveau de la maîtrise d'outils » (3) doit conduire à la « maîtrise de procédés et d'outils », c'est-à-dire « utiliser, manipuler des règles, des principes ». Enfin le dernier niveau (4) n'est jamais exigé. Le programme précise cependant qu'il s'agit du « niveau de la maîtrise méthodologique » qui consiste à « poser, résoudre des problèmes en autonomie ». Cette codification remplace le système

---

<sup>1</sup> Forestier Christian (1999). *Propositions pour une rénovation de la voie technologique au lycée*. Ministère de l'Éducation nationale. Académie de Versailles.

<sup>2</sup> Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10285. Définissant les programmes des enseignements des classes de première et terminale des lycées conduisant au baccalauréat technologique de la série sciences et technologies industrielles (STI).

<sup>3</sup> Annexe 12 : niveaux taxonomiques en classes de première et terminale du baccalauréat technologique Sciences et technologies industrielles (STI). Programmes d'enseignement 1993.

utilisé en 1988, basé sur un nombre d'étoiles (entre trois et onze) dont « *la longueur des traits \*\*\*\*\* donne une image, pour un niveau taxonomique donné du temps à consacrer [...] au chapitre concerné.* ». Les niveaux taxonomiques sont définis, sans échelle de valeur, par « *lire, décoder, analyser* » ou « *exploiter, calculer, construire* ».

## **12.5 Les filières de classes préparatoires scientifiques à dimension industrielle (les classes de deuxième année)**

Les classes préparatoires aux grandes écoles assurent une « *formation postérieure au baccalauréat, d'une ou de deux années, dispensée le plus souvent en lycée, et destinée à la préparation aux concours d'entrée dans les grandes écoles.*»<sup>1</sup>. Les années 1995 et 1996 sont marquées par une réforme en profondeur des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE)<sup>2</sup>, en continuité des réformes des baccalauréats scientifiques et technologiques intervenus en 1992 et 1993 (cf. *supra*).

Les deux années de ces classes préparatoires s'inscrivent désormais dans le cadre d'une formation cohérente de cinq années d'études supérieures, destinées à former des ingénieurs, des enseignants et des chercheurs. L'ancienne organisation avec une année de classe de mathématiques supérieures commune suivie d'une deuxième année de classe de mathématiques spéciales M (mathématiques) ou P (physique) cède la place à un système organisé en différentes filières. L'enseignement est assuré sur deux années.

Certaines de ces nouvelles filières incorporent des enseignements de sciences industrielles pour l'ingénieur, ce qui apparaît comme une grande nouveauté. En effet jusqu'à cette réforme, les emplois du temps ne prévoient que deux heures hebdomadaires d'enseignement de dessin industriel et de notions de technologie<sup>3</sup>. L'introduction des sciences industrielles dans certaines classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs apparaît donc comme le prolongement du développement de l'enseignement de la technologie dans l'enseignement secondaire.

Laurent Jourdan (1997)<sup>4</sup>, inspecteur général des sciences et techniques industrielles, résume ainsi la finalité des programmes de sciences industrielles des classes préparatoires aux grandes écoles :

« *... développer, chez les étudiants, des aptitudes à comprendre et analyser des réalisations de haute technologie, à vérifier les performances des systèmes techniques et à imaginer des solutions nouvelles.* » (p 3).

### **12.5.1 La réorganisation en filière des classes préparatoires**

Avec la réforme, les nouvelles filières de classes préparatoires sont désignées par l'intitulé de la deuxième année. Quatre d'entre elles<sup>1</sup> comportent des enseignements de

---

<sup>1</sup> Arrêté du 27 août 1992. JORF n° 211 du 11 septembre 1992, p. 12519. Relatif à la terminologie de l'éducation.

<sup>2</sup> Arrêté du 10 février 1995. JORF n° 59 du 10 mars 1995, p. 3782. Fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense.

<sup>3</sup> Hormis dans les classes préparatoires technologiques (cf. annexe 9.8).

<sup>4</sup> Jourdan Laurent (1997). *Préface*. In Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année. Paris : Foucher.

sciences industrielles. Il s'agit des filières mathématique et physique (MP), physique et sciences de l'ingénieur (PSI), physique et technologie (PT) et technologie et sciences industrielles (TSI). L'intitulé de ces différentes filières donne une indication sur les matières dominantes et leurs orientations respectives. Lorsqu'elles préparent principalement aux carrières de l'enseignement supérieur, de la recherche et des grands corps techniques de l'État, les classes MP, PSI et PT sont affectées d'une étoile « \* ».

De manière très schématique, il est possible d'établir un lien entre les anciennes et les nouvelles filières. Ainsi à la filière MP correspond l'ancienne préparation de mathématiques supérieures M, à la filière PT l'ancienne classe préparatoire technologique T (préparation ENSAM et ENSET) et la filière TSI répond à l'ancienne classe préparatoire technologique TA (cette filière reste réservée aux bacheliers technologiques).

Il faut noter la création temporaire, pour deux ans, de classes mathématique et technologie (MT)<sup>2</sup> en remplacement des classes préparatoires technique T' réservées aux titulaires du baccalauréat S, option Technologie industrielle (ancien baccalauréat E). De plus, une classe préparatoire spéciale de technologie industrielle ATS, d'une durée d'un an, est créée à l'intention des titulaires du BTS ou du DUT. Enfin, toujours selon une vision simplificatrice des changements apportés, il faut signaler la création d'une nouvelle filière physique et chimie (PC) qui ne comporte pas d'enseignement de sciences industrielles et pourrait correspondre à l'ancienne filière P. Seules les classes préparatoires ATS<sup>3</sup> et la filière PSI apparaissent comme de véritables créations.

L'orientation en deuxième année vers ces différentes filières dépend de choix effectués dès la première année<sup>4</sup>. Il faut impérativement avoir suivi une année dans une classe préparatoire dont la dénomination comporte le terme de sciences de l'ingénieur. Ainsi la classe de mathématique, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) prépare-t-elle la deuxième année de MP. De même, la classe de physique, technologie et sciences de l'ingénieur (PTSI) prépare la deuxième année de PT tandis que la classe de physique, chimie et sciences de l'ingénieur (PCSI) permet une orientation vers les classes PC ou PSI. Cependant, afin de permettre une orientation progressive, la première année est organisée en deux périodes. La première période (le premier trimestre, appelé tronc commun) permet principalement de découvrir les sciences industrielles. Cette découverte peut ainsi permettre à un étudiant de MPSI de choisir de suivre pendant la deuxième période un module optionnel de sciences industrielles qui lui ouvre les portes de la PSI. De la même façon, la PSI est ouverte aux étudiants de PTSI ayant suivi le module optionnel de mathématiques.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 10 février 1995. JORF n° 59 du 10 mars 1995. p. 3781. Définissant la nature des classes composant les classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles.

<sup>2</sup> Arrêté du 9 octobre 1995. JORF du 18 octobre 1995, p. 15140. Modifiant l'arrêté du 10 février 1995 fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense.

Arrêté du 9 octobre 1995. JORF du 18 octobre 1995, p. 15141. Définissant les objectifs de la formation et le programme des classes préparatoires de première et seconde année mathématique et technologie (MT).

<sup>3</sup> Réservées aux titulaires du brevet de technicien supérieur (BTS) et du diplôme universitaire de technologie (DUT), cf. *infra*.

<sup>4</sup> Note de service n° 95-164 du 12 juillet 1995. BO Hors série n° 1, volume 1 du 20 juillet 1995. Présentation générale des programmes des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles.

Ces différentes filières<sup>1</sup> constituent un ensemble cohérent (annexe 12-15)<sup>2</sup>. Les programmes de sciences industrielles sont centrés sur l'étude des systèmes industriels à dominante mécanique. Pour Gérard Colombani et Jacques Giraud (1997)<sup>3</sup> qui ont participé à leur rédaction, les programmes comprennent trois parties essentielles :

- « - étude des systèmes industriels en tant qu'entités réelles ;
- mécanique adaptée à l'étude de ces systèmes mécaniques ;
- automatique de ces mêmes systèmes. »

Ces trois parties sont présentées sous forme de tableaux précisant pour chacune :

- les contenus ;
- des commentaires et le détail des compétences à acquérir.

Les programmes de sciences industrielles optent pour une rédaction de la forme « à partir de... faire... » ou « l'étudiant doit être capable de... ». Les enseignements de sciences industrielles sont assurés par des professeurs agrégés de mécanique, de génie mécanique et de génie électrique. L'approfondissement plus ou moins prononcé des programmes de sciences industrielles est fonction de la finalité de chaque filière.

### **12.5.2 La filière mathématique et physique (MP)**

La filière mathématique et physique (MP) prépare principalement aux poursuites d'études dans les domaines liés aux mathématiques, à la physique, à l'informatique et à leurs applications. Elle est accessible aux étudiants ayant suivi les enseignements de MPSI en première année. Le programme de sciences industrielles a pour finalité de développer l'aptitude des étudiants à mobiliser leurs connaissances pour analyser des solutions industrielles, évaluer des performances et communiquer des résultats.

En première année de MPSI, à l'issue du tronc commun de sciences industrielles (une heure de cours et une heure de TD), les étudiants peuvent choisir l'option sciences industrielles (une heure de cours et une heure de TP) ou l'option informatique (annexe 12-16)<sup>4</sup>. Le module optionnel de sciences industrielles est axé sur l'analyse des systèmes. L'enseignement porte sur l'étude des solutions industrielles, c'est-à-dire l'étude des constituants des chaînes fonctionnelles.

Les programmes de sciences industrielles de MP (une heure de cours et une heure de TD) sont organisés autour de la mécanique (dynamique des solides ; chaînes de solides) et de l'automatique (systèmes logiques ; asservissement). Ils s'appuient sur une démarche systémique d'approche globale des problèmes, appliquée à des réalisations technologiques récentes, et la modélisation des systèmes industriels. Les enseignements sont complétés par l'analyse des systèmes automatisés (partie commande et partie opérative) et sur la communication technique à l'aide de l'outil informatique.

### **12.5.3 La filière physique et sciences de l'ingénieur (PSI)**

---

<sup>1</sup> MEN (1995). *Classes préparatoires aux grandes écoles. Rentrée 1995. Admissions Études Débouchés. Des nouveautés.* Ministère de l'Éducation nationale : ONISEP.

<sup>2</sup> Annexe 12 : organigramme des filières de classes préparatoires.

<sup>3</sup> Colombani Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année.* Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Annexe 12 : horaires des classes préparatoires (hors TSI et ATS).

La filière physique et sciences de l'ingénieur (PSI) développe les capacités à analyser et à modéliser un phénomène ou un système. Elle s'adresse aux étudiants motivés par les réalisations de haute technologie. L'enseignement de sciences industrielles en PSI a pour but de développer l'aptitude à analyser des solutions industrielles, à vérifier les performances et le comportement de tout ou partie des systèmes et à imaginer des solutions nouvelles.

La classe de PSI est ouverte aux étudiants ayant suivi l'option physique et sciences de l'ingénieur pendant la première année de PCSI (physique, chimie et sciences de l'ingénieur). Sont également admis en PSI les étudiants issus de PTSI ayant suivi le module optionnel de mathématiques et ceux de MPSI ayant suivi le module optionnel de sciences industrielles.

Durant la première période de la première année de PCSI (une heure de cours, une heure de TD et deux heures de TP), l'enseignement de sciences industrielles a pour objectif de présenter les trois axes du programme de la filière PSI. Cette première approche doit permettre aux étudiants d'effectuer un choix entre les options physique chimie (PC) et physique et sciences de l'ingénieur (PSI) de la deuxième période. Ces trois axes sont la mécanique (cinématique du solide et modélisation des liaisons), l'automatique et une introduction à l'analyse des systèmes industriels.

Le programme de sciences industrielles de la deuxième période et celui de la classe de PSI (une heure de cours, une heure de TD et deux heures de TP) comportent des enseignements de mécanique (dynamique des solides, chaînes de solides), d'automatique (systèmes séquentiels, GRAFCET, asservissement) et l'étude des parties commande et opérative des systèmes automatisés (outils de représentation et d'analyses fonctionnelle, temporelle et structurelle, vérification des performances, démarche de conception). La maîtrise des langages techniques et l'utilisation de l'outil informatique sont mises au service de la communication et de la simulation.

#### **12.5.4 La filière physique et technologie (PT)**

La filière « Physique et technologie » (PT) est orientée vers les grands domaines industriels, notamment ceux où le génie mécanique tient une place importante. Il s'agit des industries qui conçoivent, réalisent et manipulent des pièces et des systèmes complexes tels que l'automobile, l'aéronautique, le spatial, l'électroménager, l'informatique ou la chimie. Cette formation est ouverte aux étudiants ayant suivi les enseignements de PTSI (physique, technologie et sciences de l'ingénieur) en première année.

Les programmes de sciences industrielles de PTSI et de la filière PT (physique et technologie) sont sous-tendus par l'étude des solutions mises en œuvre dans les systèmes techniques industriels. Ces programmes sont les plus chargés de toutes les classes préparatoires en termes de contenu et d'horaire (deux heures de cours, quatre heures de TD<sup>1</sup> et deux heures et demi de TP en PTSI et en PT). Ils abordent l'ensemble du cycle de vie du système (annexe 12-17)<sup>2</sup> et prévoient des enseignements de mécanique (torseurs, cinématique et dynamique des solides, chaînes de solides, mises

---

<sup>1</sup> L'horaire initial de trois heures et demi est porté à 4 heures en 1997. Arrêté du 10 octobre 1997. BO n° 2 du 9 avril 1997, p. 1078. Organisation générale et horaires des classes préparatoires scientifiques.

<sup>2</sup> Annexe 12 : cycle de vie d'un système ou d'un produit.



en équation et mécanique des structures), de construction mécanique (matériaux, procédés de fabrication mécanique, conception des liaisons mécaniques et fonctions techniques associées, conception des produits) et d'automatique (systèmes séquentiels et automatisés, chaînes fonctionnelles, asservissement). Les cours, TD et TP visent à l'analyse des parties commande et opérative des systèmes automatisés, la conception et la mise en œuvre de la partie mécanique (partie opérative) de tels systèmes. Les modèles sont validés par l'expérimentation et la simulation. Les méthodes de conception des produits développent des aptitudes spécifiques comme la créativité, l'esprit critique, l'intervention dans un groupe de travail et intègrent les impératifs liés aux procédés de fabrication des produits et à l'exploitation du système de production. La communication technique repose sur la maîtrise des codes et des langages des sciences industrielles, l'utilisation de logiciels de choix et de calculs de composants, de bases de données techniques et de solutions technologiques.

Un guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles » existe pour la filière PT SI – PT<sup>1</sup> (annexe 12-18)<sup>2</sup>. Il propose un découpage du programme et une organisation de l'enseignement sous forme de TP (annexe 12-19)<sup>3</sup> et comporte des fiches descriptives sur les systèmes et supports susceptibles d'être utilisés en TP (chaînes fonctionnelles, maquettes, logiciels) (annexe 12-20)<sup>4</sup>. Les TP sont organisés autour de douze centres d'intérêt en PT SI, « *étude des systèmes, cinématique du solide, [...], étude des chaînes fonctionnelles.* » et douze centres d'intérêt en PT.

Le guide distingue deux types d'activité. Les activités expérimentales caractérisées par le passage du modèle au réel (vérification de loi, ou de performance des systèmes par mesure ou modélisation). Les activités de synthèse caractérisées par le passage du réel au modèle (étude des parties opérative et commande afin d'appréhender la technologie).

### **12.5.5 Les filières mathématique et technologie (MT), technologies et sciences industrielles (TSI) et technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS)**

La filière mathématique et technologie (MT) est créée à titre transitoire pour fonctionner deux ans en remplacement de la classe préparatoire technique T' réservée aux titulaires du baccalauréat scientifique technologie industrielle. Le programme de mathématiques est identique à celui de la classe de MPSI en première année et de MP en deuxième année. Les programmes de physique et de sciences industrielles sont alignés sur les années de PCSI (option PSI) et de PSI.

La filière technologies et sciences industrielles (TSI) remplace la filière des classes préparatoires technologiques TA destinée aux titulaires d'un baccalauréat technologique STI (sciences et technologies industrielles) ou STL (sciences et technologies de laboratoire). Les enseignements technologiques sont répartis entre un programme de

---

<sup>1</sup> MEN (1995). *Classes préparatoires scientifiques filières PT SI – PT. Guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles.* Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Annexe 12 : liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de CPGE PT SI.

<sup>3</sup> Annexe 12 : propositions d'organisation de l'enseignement en sciences industrielles, CPGE PT SI.

<sup>4</sup> Annexe 12 : exemple de fiche descriptive de support de travaux pratiques en sciences industrielles, CPGE PT SI (extrait).

génie mécanique (mécanique, construction mécanique, fabrication mécanique et automatique) et de génie électrique (électronique du signal, électronique numérique, automatique, conversion d'énergie électromécanique).

La filière ATS (classe de technologie industrielle pour techniciens supérieurs) est créée à l'occasion de la réforme des classes préparatoires. Elle constitue un « *enseignement de réorientation* » d'un an destinée aux titulaires d'un BTS ou d'un DUT à dominante industrielle. La formation en sciences industrielles pour l'ingénieur est organisée autour d'un tronc commun utile à l'ensemble des écoles d'ingénieurs et d'un enseignement complémentaire spécifique aux concours des écoles d'ingénieurs visées. Le tronc commun comporte des enseignements de mécanique générale, d'étude des systèmes mécaniques, d'électrotechnique et d'électronique. Les enseignements complémentaires sont à choisir dans deux domaines, la construction mécanique (mécanique générale, construction mécanique et fabrication mécanique), le génie électrique (électronique du signal, systèmes combinatoires et séquentiels, électrotechnique, systèmes asservis linéaires et continus). Des enseignements complémentaires dits de diversification sont élaborés avec certaines grandes écoles sur la base d'accords locaux. Les contenus de ces enseignements (génie des procédés, mécanique des structures appliquées au génie civil et hydraulique) viennent compléter l'enseignement commun ou se substituer à certains enseignements complémentaires de construction mécanique ou de génie électrique.

#### **12.5.6 Outils éprouvés et innovation avec les travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE)**

L'enseignement des sciences industrielles dans les classes préparatoires profitent des méthodes et des outils d'analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes, développés dans les lycées (de la classe de seconde au baccalauréat et des classes préparatoires technologiques). Les schémas fonctionnels de type SADT et FAST apparaissent dans les programmes et les manuels scolaires (cf. *infra*). De la même façon, les travaux pratiques organisés à partir de produits industriels instrumentés ou de matériels didactiques constitués de composants industriels deviennent une composante fondamentale de la formation. Le guide d'équipement recommande d'ailleurs à propos des machines et autres automates présents dans les lycées scientifiques et technologiques « *de planifier l'utilisation de ces équipements communs* ». Comme pour les classes de seconde TSA, les systèmes, supports de travaux pratiques, sont accompagnés d'un dossier pédagogique et d'un dossier ressource faisant référence au programme.

Si les sciences industrielles sont l'occasion de réutiliser des méthodes et des outils éprouvés, la mise en œuvre de travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE)<sup>1</sup> apparaît comme une innovation majeure dans la formation des classes préparatoires. Cette nouvelle méthode de travail amène les étudiants à conduire, seul ou en équipe, un projet portant sur des réalisations de haute technologie. Les TIPE leur permettent de « *développer le travail personnel (individuel et en équipe) et les capacités d'autonomie, d'initiative, d'argumentation et de communication* ». Les travaux de recherche et

---

<sup>1</sup> Arrêté du 20 juin 1996. BO n° 3 du 18 juillet 1996, p. 940. Travaux d'initiative personnelle encadrés hors BCPST.

d'exploitation documentaire, la préparation et la réalisation d'un dossier et d'un exposé, le développement d'arguments donnent lieu à une évaluation au cours d'un entretien scientifique lors du concours d'entrée aux grandes écoles. Les TIPE donnent rapidement lieu à des expérimentations puis à la réalisation de maquettes et de prototypes. Parmi d'autres, des méthodes d'analyse fonctionnelle sont alors mobilisées.

## **12.6 Analyse de la valeur, analyse fonctionnelle externe, nouveaux programmes et nouveaux outils, étude selon un point de vue externe au produit**

Les méthodes d'analyse fonctionnelle comportent deux niveaux. Au premier, il s'agit d'analyser le produit comme un ensemble de fonctions sans référence à la réalisation matérielle. Le second privilégie l'étude interne.

La lente pénétration dans le système scolaire de l'analyse de la valeur est en partie explicable par les nécessaires changements d'habitudes (cf. § 11.5). Les années 1990 sont cependant marquées par le développement de cet outil utilisé à tous les échelons de l'enseignement, de la technologie au collège au BTS et jusque dans les classes préparatoires. Cette implantation dans les établissements est favorisée par l'abandon de la méthode SADT en seconde TSA. Cependant l'existence de deux méthodes concurrentes brouille les repères.

### **12.6.1 Abandon progressif de la méthode SADT et faiblesse de la notion de fonction globale**

La méthode de représentation graphique des systèmes automatisés inspirée par la SADT est née au milieu des années 1980 de la volonté de développer un outil commun aux différents métiers enseignés à l'Éducation nationale (cf. § 16.1.6). Elle disparaît des programmes de la classe de seconde TSA en 1992 mais perdure aux autres niveaux d'enseignement. Dès 1996, Bernard Calmettes (1996)<sup>1</sup> dresse un bilan de son utilisation :

*« Des problèmes liés à sa complexité, à des tensions entre tenants de diverses représentations, à des difficultés d'utilisation en classe limitent pratiquement aujourd'hui son domaine d'application au seul enseignement des STI en Génie Électrotechnique. »* (p 165).

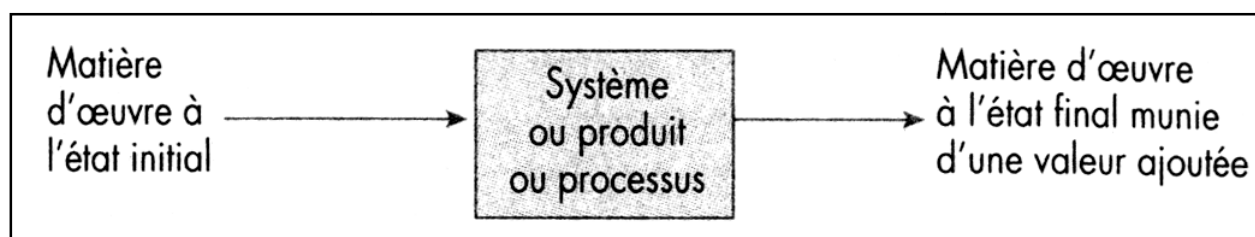
De fait, les manuels scolaires de TSA se mettent au diapason de ces nouveaux programmes. Aucun d'eux<sup>2</sup> ne reprend ce type de représentation. Seule est conservée la représentation du système ou du produit sous forme d'un simple rectangle et ses entrées et sorties. Cette représentation reprend la formulation de fonction globale. En absence de normes, aucun consensus n'a été trouvé pour définir les entrées et sorties. Cependant, si plusieurs versions se côtoient, toutes mettent en avant la notion de valeur ajoutée

---

<sup>1</sup> Calmettes Bernard (1996). *Contribution à l'étude des curriculums. Le cas de l'enseignement de l'électrotechnique dans les classes du second degré des lycées d'enseignement général et technologique*. Thèse de doctorat nouveau régime en didactique des sciences. Direction Richard Lefèvre. 19 janvier 1996. Université de Toulouse 3, Lemme.

<sup>2</sup> Parmi les sept ouvrages consultés, parus entre 1992 et 2000, époque d'une nouvelle réécriture des programmes de seconde. De la même façon, la SADT disparaît des ouvrages de seconde parus après 2000.

(annexe 12-21)<sup>1</sup>. Il faut attendre 1996<sup>2</sup> pour qu'une définition de la fonction globale soit donnée, accompagnée d'une proposition de représentation graphique épurée (cf. figure 12-2 et annexe 12-22)<sup>3</sup>.



**Figure 12-2 : représentation graphique de la fonction globale d'un système, produit ou processus (Rak et al., 1996)**

Cependant un problème demeure et demeurera. Il s'agit de l'utilisation de l'outil et du sens donné à la représentation graphique. À cet égard, l'exemple du store automatisé est emblématique. Ainsi, la règle d'or, s'en tenir à la fonction et ne pas faire référence aux solutions, est-elle bien mise en évidence dans un ouvrage destiné aux élèves de première et de terminale S technologie industrielle (Roland Boucault, Jean Lhivert et François Minetti, 1994)<sup>4</sup>. Le chapitre sur la fonction de service justifie très simplement la règle à l'aide de deux définitions. La première « *changer automatiquement la position du rideau* » est incorrecte. En effet, comme le précisent les auteurs, « *il y a dans la fonction la définition sous-jacente de la solution technologique.* ». Ces derniers proposent alors une définition satisfaisante « *fournir de l'ombre régulée. Ici rien ne laisse percevoir les moyens technologiques qui déterminent le produit.* » (p. 14).

Cependant, le même éditeur, dans un ouvrage destiné aux élèves de TSA<sup>5</sup>, propose au même problème une réponse inexacte. Les auteurs prennent pourtant soin de rappeler la définition de la norme<sup>6</sup> en la matière : « *Une fonction est l'action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimé en terme de finalité.* ». Le cheminement de pensée qui conduit à cette erreur est contenu dans le manuel. En effet, les auteurs reformulent le programme de seconde TSA de manière imprécise « *L'analyse d'un système automatisé permet de répondre à trois questions différentes : Quelle est la*

<sup>1</sup> Annexe 12 : représentation graphique d'un système par un simple rectangle. René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla. Gery Maurice, Loison Hubert, Villet Dominique (1994). *Technologie des systèmes automatisés en seconde, TSA, TP*. Paris : Hachette Technique. Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I*. Paris Foucher. Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1996). *Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période*. Paris : Casteilla. Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave.

<sup>2</sup> Rak Ignace, Gavet Dominique, Gau Serge, Teixido Christian, Favier Josette (1996). *Dictionnaire de Technologie industrielle : conception, production, gestion, maintenance (concept et démarche)*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Annexe 12 : définition de la fonction globale et représentation graphique épurée.

<sup>4</sup> Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I*. Paris Foucher.

<sup>5</sup> Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher.

<sup>6</sup> NF X 50-150. Analyse de la valeur - Analyse fonctionnelle - Vocabulaire. AFNOR 1990.

*fonction du système ? (autrement dit 'A quoi sert-il ?') ... »<sup>1</sup>. Une telle formulation en présence du store automatique induit l'erreur. En effet, « modifier la position de la toile » est la fonction de l'automatisme au sein du système automatisé qui lui-même a pour fonction de fournir de l'ombre de manière automatique. De manière identique, les situations initiale et finale comme la matière d'œuvre décrite par les auteurs sont incorrectes (cf. tableau *infra*). Ce type d'erreur de jugement est fréquent même pour un enseignant chevronné. Il s'explique aisément. Le professeur d'automatisme s'attache en premier lieu à l'analyse du système automatisé pour lui-même, c'est-à-dire à l'étude des fonctions techniques mises en œuvre et non à la fonction d'usage remplie par le système. À ce sujet, lors d'un entretien, une professeure<sup>2</sup> agrégée de mécanique explique que c'est pour fuir « cette nouvelle mode de l'analyse fonctionnelle qui éloigne des vrais problèmes » qu'elle a présenté l'agrégation de mathématiques.*

Notion	Formulation incorrecte	Formulation correcte
Situation initiale	Toile levée	Terrasse ensoleillée
Situation finale	Toile abaissée	Terrasse ombragée
Matière d'œuvre	La toile	Ensoleillement de la terrasse
Fonction du store automatique	Modifier la position de la toile	Fournir de l'ombre régulée

**Tableau 12-1 : fonction d'un store automatique**

L'exemple du store montre les limites de la notion de fonction globale. Elle permet trop facilement une analyse superficielle du problème (annexe 12-23)<sup>3</sup>. Il y a confusion entre l'effecteur (la toile) et la matière d'œuvre (l'ensoleillement), tab. 12-1. En effet l'intuition seule, le manque de scientificité, l'absence d'une méthodologie rigoureuse conduisent à transgresser les règles d'analyse fonctionnelle. Ce type d'erreur est récurrent (cf. § 11.6.5 sur l'exemple du store automatique). Une mauvaise formulation de la fonction du produit conduit à des analyses potentiellement incomplètes, voire incorrectes. Pour un industriel, de telles erreurs peuvent conduire à de graves déconvenues.

L'analyse de la valeur prend alors tout son sens. Une autre façon d'aborder l'étude des produits permet de s'affranchir de ces erreurs. Dans l'exemple précédent, l'approche centrée sur l'environnement du produit telle que la préconise l'analyse de la valeur aurait inmanquablement introduit la présence du soleil dans la fonction du produit.

<sup>1</sup> La formulation exacte est la suivante : « Cette approche des systèmes dans leur environnement, vus comme des ensembles d'entités en interrelation conduit à distinguer clairement : la finalité du système étudié, c'est-à-dire les objectifs qui ont conduit à le réaliser (le pourquoi) ; ... ». Voir aussi § 12.3.5 *supra*.

<sup>2</sup> Marinette Solais.

<sup>3</sup> Annexe 12 : la faiblesse de la notion de fonction globale conduit à une analyse superficielle et à des résultats incorrects.

### 12.6.2 La pénétration de l'analyse de la valeur dans les établissements

La pénétration de la méthode d'analyse de la valeur dans les établissements est favorisée par son inscription dans les programmes d'enseignement et l'action déterminée de l'inspection générale des sciences et techniques industrielles. Au début des années 1990, des formations de professeurs sont mises en place nationalement puis répercutées dans les académies par les MAFPEN<sup>1</sup> et les corps d'inspection. De plus, dans le cadre du rapprochement école entreprise, des journées « *Enseignement et analyse de la valeur* » organisées par l'Association française de l'analyse de la valeur (AFAV) et le ministère de l'Éducation nationale permettent d'organiser des échanges d'expériences entre enseignants, universitaires et représentants du monde industriel.

En 1995, soit dix ans après sa première normalisation par l'AFNOR (cf. § 11.5.1.), la revue *Technologie* consacre un numéro spécial à l'analyse de la valeur. Elle présente le point de vue de l'industrie et de l'Association française de l'analyse de la valeur (AFAV)<sup>2</sup> ainsi que la nouvelle norme d'analyse de la valeur. Cependant, elle traite surtout de la place prépondérante prise par des outils graphiques dédiés à l'analyse de la valeur développés par la société commerciale APTE<sup>®</sup>, à travers la présentation d'exemples d'utilisation développée par des professeurs à différents niveaux de formation (collège, lycée, supérieur). L'éditorial signé Laurent Jourdan (1995)<sup>3</sup>, inspecteur général de l'Éducation nationale, précise à propos de ce numéro spécial de la revue *Technologie* que « *sa large diffusion devrait contribuer à renforcer l'analyse de la valeur dans les collèges, les lycées professionnels, les lycées technologiques, les IUT, les IUFM...* ».

De fait, l'analyse de la valeur participe pleinement à la scientification de l'enseignement de la technologie et s'inscrit parfaitement dans une démarche de projet. En effet, l'analyse de la valeur permet d'une part l'étude externe d'un produit<sup>4</sup> par l'analyse du besoin et l'élaboration<sup>5</sup> du cahier des charges fonctionnel et, d'autre part l'étude interne de solutions industrielles existantes (constatation) ou la recherche de solutions nouvelles (conception ou re-conception). En mettant à la disposition des enseignants des outils d'analyse, notamment d'analyse fonctionnelle, communs à différents niveaux de formation, l'analyse de la valeur contribue au processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie.

La mise en avant de l'analyse de la valeur met fin à la lutte d'influence à l'intérieur de l'Éducation nationale entre la méthode SADT et l'analyse systémique. Pendant ce temps une autre bataille se déroule à l'extérieur de l'école entre l'entreprise commerciale APTE<sup>®</sup> et l'association AFAV qui fédère des cabinets de consultants.

### 12.6.3 La méthode APTE, une méthode concurrente d'analyse de la valeur ?

Une formalisation de l'analyse de la valeur, connue sous le nom de « méthode APTE », est développée en France par le cabinet APTE<sup>1</sup> (Application des techniques d'entreprises) créé en 1964. Il s'agit d'adapter « *aux modes de raisonnement français* »<sup>2</sup> la méthode développée par l'américain Lawrence Delos Miles (cf. § 11.5.2). Au milieu

<sup>1</sup> Mission académique à la formation des personnels de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Association à but non lucratif, régie par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901, créée en 1978.

<sup>3</sup> Jourdan Laurent (1995). L'analyse de la valeur. Éditorial. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 1.

<sup>4</sup> Mais aussi d'un service ou d'un procédé.

<sup>5</sup> Dans le cadre scolaire, il s'agit le plus souvent d'étude plutôt que d'élaboration.

des années 1980, une adaptation de cette méthode francisée est déposée par la société APTE chez un huissier. Les outils graphiques que cette méthode propose sont ainsi protégés par les droits de la propriété intellectuelle conformément à la loi du 11 mars 1957<sup>3</sup> (annexe 12-24)<sup>4</sup>.

La revendication de cette protection entraîne des tensions au sein de la profession des consultants. La société APTE menace de procès quiconque utilise « ses outils ». Un consultant précise<sup>5</sup> « APTE a pratiqué le branding<sup>6</sup>, [...] l'analyse de la valeur, c'était un désert inondé par la pluie de APTE ». Pour la société APTE, la publication par l'AFNOR en 1985 de la norme d'analyse de la valeur (cf. § 11.5.2) développée par l'AFAV, association à but non lucratif, apparaît comme une concurrence. Cette bataille se termine finalement, après de longues années conflictuelles, par une réconciliation.

Contrairement à l'AFNOR, dont les documents normatifs sont libres d'accès<sup>7</sup>, l'entreprise APTE réserve sa méthode à ses clients. Il n'existe pas de publication libre d'accès, ni de schéma général pour en expliquer les tenants et les aboutissants. Cependant la société APTE forme avec sa méthode des professeurs de l'Éducation nationale.

Dés 1990, des protocoles sont signés entre la société APTE et des rectorats pour le compte des missions académiques à la formation des personnels de l'Éducation Nationale (MAFPEN). A Grenoble<sup>8</sup> par exemple, le préambule précise :

« Le rectorat de l'académie de Grenoble veut sensibiliser les enseignants de lycées techniques aux Méthodes d'Analyse de la Valeur [...] la MAFPEN et Monsieur Verdier considèrent que la méthode APTE d'analyse de la valeur est la plus appropriée à satisfaire les exigences scientifiques et pédagogiques des enseignants. ».

Ou bien encore à Lyon<sup>9</sup> :

« Dans le cadre des enseignements dont il est responsable, le Rectorat de Lyon a décidé de former les enseignants Technologie Collèges aux éléments-clé de la méthode APTE préconisés dans les programmes de l'Éducation nationale. Ce protocole a pour objet de préciser les engagements des parties concernant l'utilisation de la méthode APTE® et l'utilisation / reproduction / diffusion des documents remis aux enseignants lors du stage. »

Une fois la formation reçue, les professeurs relaient la méthode vers leurs collègues ou par l'intermédiaire de revues pédagogiques et de manuels scolaires. Mais à l'époque,

---

<sup>1</sup> APTE est une société commerciale qui fait du conseil (*consulting*) auprès des entreprises.

<sup>2</sup> De la Bretesche Bertrand (2000). *La méthode Apte Analyse de la Valeur Analyse Fonctionnelle*. Paris : Pétrelle.

<sup>3</sup> Loi n° 57-298 du 11 mars 1957. JORF du 14 mars 1957, p. 2723. Sur la propriété littéraire et artistique.

<sup>4</sup> Annexe 12 : exemple de document déposé par la société APTE avec son aimable autorisation.

<sup>5</sup> Propos recueillis lors d'un entretien.

<sup>6</sup> Du mot anglais « *brand* ». Le branding consiste à assurer la notoriété de la marque à l'aide de « produits phares ». (Archives de la société APTE).

<sup>7</sup> Moyennant finance ou en consultation gratuite au siège de l'AFNOR.

<sup>8</sup> « Complément à l'accord cadre entre la société APTE et la MAFPEN. Verdier P. professeur au lycée technique de Valence et Janneteau président-directeur général de la société APTE. Paris le 11 octobre 1990. »

<sup>9</sup> « Protocole d'accord relatif au contrat n° 67.10CL.03/92 entre la société APTE et le Rectorat de Lyon-MAFPEN. Société APTE et Daniel Bancel Recteur de l'Académie de Lyon. Paris le 2 septembre 1992. »

les professeurs doivent également signer des protocoles d'accords<sup>1</sup> contraignants avant de pouvoir utiliser la méthode APTE<sup>2</sup> :

« Dans le cas d'exemples pédagogiques de référence, élaborés par l'enseignant à l'attention d'élèves et/ou d'autres enseignants [...] la Société APTE souhaite valider le document pédagogique ainsi créé, pour accord sur sa diffusion, cela afin de garantir la qualité méthodologique de l'application. »

Christian Teixido, professeur agrégé de mécanique, un temps responsable de la commission formation de l'AFAV, a contribué à diffuser l'analyse de la valeur, notamment les outils graphiques de la méthode APTE. Christian Teixido travaille dès la fin des années 1970 à « façonner une déclinaison didactique de méthodes industrielles qui ont fait leurs preuves. »<sup>3</sup>. Il participe au sein de l'AFAV à la réécriture des normes de l'analyse de la valeur et d'analyse fonctionnelle. Entre le milieu des années 1990 et le début des années 2000, il assure des formations à l'analyse fonctionnelle à l'ENS Cachan dans le cadre des préparations à l'agrégation. Christian Teixido et deux de ses collègues initient la popularisation de la méthode dès 1991<sup>4</sup>. « L'analyse de la valeur intervient d'une manière importante dans l'enseignement de la technologie au collège et dans les lycées techniques et professionnels. » (p. 4)<sup>5</sup>. En 1993, associé à Francis Dardy (1993)<sup>6</sup>, Christian Teixido publie un ouvrage décrit par Dominique Nibart<sup>7</sup> comme « un travail qui présente synthétiquement l'essentiel des concepts, des démarches et des outils nécessaires à la démarche de conception. Cela peut être utilisé du collège aux classes de BTS tant l'approche est pratique ». De fait, ce manuel, au sens fort du terme, présente vingt-deux outils d'usage général ou dédiés à la démarche de conception, utilisés dans l'industrie (annexe 12-25)<sup>8</sup>. Plusieurs relèvent de l'analyse fonctionnelle (annexe 12-26)<sup>9</sup>, et la méthode APTE y occupe une place importante.

La définition de la méthode APTE<sup>10</sup> est donnée par Bertrand de la Bretesche (2000)<sup>11</sup> son ancien président<sup>12</sup> :

« C'est une méthode de raisonnement à caractère technico-économique qui vise à ne laisser subsister, dans un produit, un procédé, une organisation ... un

---

<sup>1</sup> « Protocole d'accord entre la société APTE et Monsieur Patrick Delville. Fait à Paris le 9 décembre 1992. »

<sup>2</sup> Une dizaine de ces protocoles a été retrouvée dans les archives de la société APTE.

<sup>3</sup> Propos recueillis lors d'un entretien.

<sup>4</sup> Teixido Christian, Fournigaud J.-P., Jouanne J.-C. (1991). Exposé. In L'enseignement technique et l'analyse de la valeur. Dossier. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 41, 3-13.

<sup>5</sup> Article repris dans le n° 74 « Spécial analyse de la valeur » en mars 1995.

<sup>6</sup> Teixido Christian, Dardy Francis (1993). *La compétitivité industrielle. 1, Démarche de conception. Bac, BTS-DUT industriels, Écoles d'ingénieurs, formation continue. Préface de Laurent Jourdan, Inspecteur général de l'Éducation nationale. Préface de Michel Janneteau, co-auteur de la méthode APTE®*. Paris : Foucher.

<sup>7</sup> Nibard Dominique (1994). *La compétitivité industrielle I. Démarche de conception. Technologie Sciences et techniques industrielles*, 66, 10.

<sup>8</sup> Annexe 12 : vingt-deux outils d'usage général ou dédiés à la démarche de conception utilisés dans l'industrie.

<sup>9</sup> Annexe 12 : les principales méthodes d'analyse fonctionnelle.

<sup>10</sup> La description de la méthode APTE n'a été diffusée que dans un ouvrage paru en 2000 (cf. note *infra*).

<sup>11</sup> De la Bretesche Bertrand (2000). *La méthode Apt Analyse de la Valeur Analyse Fonctionnelle*. Paris : Pétrelle.

<sup>12</sup> Bertrand de la Bretesche est président de la société APTE jusqu'en 2010.



*système, que le 'Juste Nécessaire' de matière, de main-d'œuvre ou d'énergie pour satisfaire le besoin exact de ceux qui l'utilisent. » (p. 16).*

Une telle définition montre que la méthode APTE, comme d'ailleurs l'analyse de la valeur, ne peut pas être pratiquée à 100 % avec les élèves, du moins au niveau de l'enseignement secondaire. APTE est introduite dans les établissements scolaires au début des années 1990. Comme toute méthode, elle repose sur une démarche et des principes, et utilise un vocabulaire et des outils (ou moyens). Elle connaît un véritable succès dont la raison est simple. Les auteurs de la méthode ont construit une démarche procédurale prête à l'emploi, fondée principalement sur trois outils graphiques, ce qui convient parfaitement aux besoins des professeurs. Comme toute démarche « valeur », la méthode APTE insiste sur l'analyse du besoin, phase préliminaire à l'analyse fonctionnelle proprement dite. Il s'agit de définir le besoin fondamental auquel le produit doit satisfaire, puis de contrôler la validité de ce besoin.

Cette première étape est particulièrement appréciée des enseignants<sup>1</sup> puisqu'elle est susceptible d'éviter, par exemple, les erreurs d'appréciation sur la définition de la matière d'œuvre. Cette phase repose en effet sur un triptyque de questions relevant de l'analyse systémique : « 1, à qui le produit rend-il service ? », « 2, sur quoi ce produit agit-il ? » et « 3, dans quel but ce produit existe-t-il ». Ces questions ne sont pas sans rappeler celles que posait Jean Guillon en 1965<sup>2</sup> pour débiter une analyse technique de conception : « *quel est le but à atteindre, le besoin à satisfaire, la fonction à assurer ?* » (cf. § 8.3.2).

Le concepteur de la méthode APTE préconise de présenter la réponse à ces questions au moyen d'un outil graphique baptisé « bête à cornes »<sup>3</sup>. L'analogie avec l'animal est justifiée par la forme générale du schéma. En effet, au dessus de la « tête » matérialisée par un cercle symbolisant le produit, deux cercles situés de part et d'autre de la tête font figure de cornes. Ceux-ci, contenant les réponses aux questions 1 et 2 sont reliés par un trait passant par le produit. De ce trait, une flèche dirigée vers le bas aboutit à la réponse à la question 3 (cf. figure 12-3 et annexe 12-27)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> L'analyse de la valeur est utilisée pour réduire les coûts à tous les stades du cycle de vie du produit. Mais dans l'enseignement de la technologie, la notion de coût reste marginale. Aussi l'analyse de la valeur est-elle utilisée davantage comme un outil pédagogique.

<sup>2</sup> Guillon Jean (1965). L'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 117, 11-14.

<sup>3</sup> Nom déposé.

<sup>4</sup> Annexe 12 : expression fonctionnelle du besoin selon la méthode APTE, à l'aide d'une « bête à cornes ».

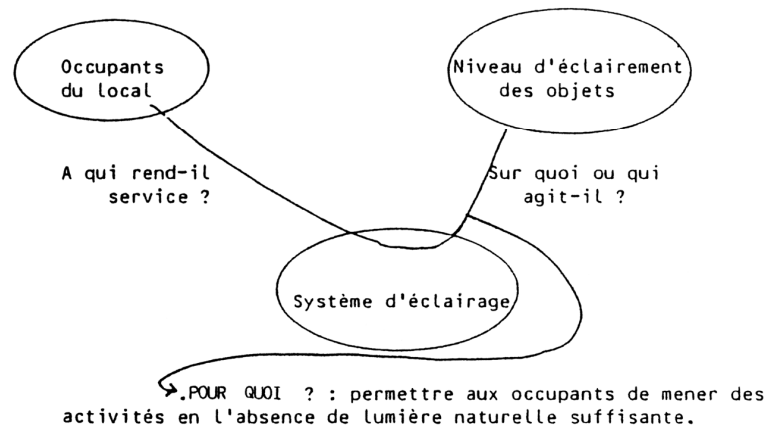
Fournigault Jean-Pierre, Rué Christian, Sol Monique (1991). *Un projet technique : un minuteur 2 - Corrigé - Technologie collège - 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> techno STI*. Paris : Foucher.

Barlier Claude, Bourgeois René, Virot Fernand (1997). *Construction mécanique industrielle – Data STI*. Paris : Foucher.

b) Recherche du but du système

Se poser trois questions :

- . A qui rend-il service ?
- . Sur qui ou quoi agit-il ?
- . Pourquoi mener cette action = but



**Figure 12-3 : modèle de la bête à cornes déposé par APTE® chez un huissier en 1984**

Après avoir défini le but du produit, la méthode APTE préconise de contrôler la validité du besoin par la réponse à trois questions : « Pourquoi ce produit existe-t-il ? » ; « Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le produit ? » ; « Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le produit ? ». La pertinence de ces questions dans le cadre industriel trouve un écho évident sur le plan pédagogique. On retrouve ici, de manière plus aboutie, les questions posées en son temps par Fernand Canonge (cf. § 8.3.2).

Une fois la validité du produit confirmée, il s'agit d'établir son cahier des charges. Cette étape consiste alors, comme pour une analyse de la valeur « AFNOR », à déterminer les fonctions que doit remplir le produit tout en faisant abstraction des potentielles solutions technologiques. Pour atteindre cet objectif, les deux méthodes utilisent un outil graphique quasiment identique appelé « Pieuvre »<sup>1</sup> chez APTE et « Inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié » à l'AFNOR (cf. § 11.5.5 et annexe 11-18).

En fait le schéma proposé par l'AFNOR n'a pas de nom. Pour ne pas réutiliser la terminologie de APTE, les professeurs novateurs l'ont baptisé de manière plus scientifique « diagramme des interacteurs ». Ce diagramme s'apparente également au diagramme sagittal de l'analyse systémique pratiquée en électronique (cf. § 11.6.3 et annexe 11-35). Dans ce type de représentation, le produit et les éléments de l'environnement (ou du système)<sup>2</sup> sont symbolisés par des cercles. La caractérisation des liaisons qui relient les éléments au produit permet de définir les fonctions que celui-ci remplit. À ce niveau de la méthode, le vocabulaire utilisé par APTE est plus détaillé. Les liaisons (un simple trait) qui relient deux éléments par l'intermédiaire du produit définissent les fonctions principales, celles reliant les éléments au produit représentent les fonctions contraintes (annexe 12-28)<sup>3</sup>. Selon la norme AFNOR, il n'existe que des fonctions de service et les liaisons entre les éléments et le produit sont matérialisées par

<sup>1</sup> Le nom est déposé.

<sup>2</sup> Dans le cas d'un système automatisé, celui-ci n'est qu'un élément d'un système plus large (système de production).

<sup>3</sup> Annexe 12 : diagramme « pieuvre » et « diagramme des interacteurs ». Gavet Dominique, Polizzi Marc (1995). L'enseignement technique et l'analyse de la valeur. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 43-47.

des flèches qui précisent le sens de l'interaction. Le programme de la seconde TSA précise la définition de la fonction de service donnée par la norme en ajoutant : « *Exprime une relation entre le produit et un interacteur du milieu environnant, ou une relation entre interacteurs par l'intermédiaire du produit.* ». Il y a peu de différences donc entre les deux diagrammes. À l'issue du recensement des fonctions, la méthode APTE prévoit un contrôle de la validité de chaque fonction en utilisant les questions identiques à celles posées pour contrôler la validité du produit. Ensuite il faut mettre en évidence, qualifier et quantifier les critères de valeur des différentes fonctions. A cette étape, la norme préconise de caractériser, ordonnancer, hiérarchiser et valoriser les fonctions (cf. § 11.5.4). Ces étapes, similaires dans le principe, sont très délicates à mettre en œuvre dans un cadre scolaire. Elles doivent permettre de réduire les coûts en prévoyant le « juste nécessaire ». Pour mener cette « analyse des fonctions et des coûts », la norme propose d'utiliser un tableau (cf. annexe 11-17)<sup>1</sup>.

Il n'existe pas de schéma général pour décrire les étapes de la méthode APTE. De plus la coexistence de deux méthodes provoque parfois des « mélanges », volontaires ou non, de vocabulaires ou d'outils. Les professeurs pratiquent un savant bricolage. C'est ainsi que les fonctions de service de l'analyse de la valeur côtoient la bête à corne de la méthode APTE (annexe 12-29)<sup>2</sup>. Les auteurs de manuel sont peu soucieux de proposer un récapitulatif de la méthode qu'ils utilisent (annexe 12-30)<sup>3</sup>. Mais, dans le cadre d'une étude menée avec des élèves de BTS, Jean-Pierre Mereau propose deux schémas comparatifs qui résument bien les deux méthodes (annexe 12-31)<sup>4</sup>.

Au second niveau d'analyse, l'analyse interne des produits, différents outils également sont à la disposition des enseignants.

## **12.7 Analyse fonctionnelle interne, nouveaux programmes et nouveaux outils**

L'étude interne des systèmes pluritechnologiques donne lieu à deux développements, d'une part la représentation graphique de l'organisation fonctionnelle et structurelle et d'autre part l'analyse de ces fonctions en vue de l'analyse de la valeur. Dans le premier cas, c'est le concept de chaîne fonctionnelle, préconisé par les différents programmes d'enseignement de la technologie ou de sciences industrielles au lycée et dans le supérieur, qui est utilisé en remplacement de la SADT. Dans le second, deux outils entrent en concurrence, le diagramme FAST, outil recommandé par la norme et le bloc-diagramme issu de la méthode APTE.

### **12.7.1 Le concept de chaîne fonctionnelle associé à un outil de représentation graphique de l'organisation structurelle et fonctionnelle des systèmes**

La notion de chaîne fonctionnelle apparaît dans les programmes de TSA en 1992. Elle est reprise dans les programmes de génie mécanique du baccalauréat STI, dans le

---

<sup>1</sup> Caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions. (NF X 50-150 définitive, 1990).

<sup>2</sup> Annexe 12 : l'analyse de la valeur au collège.

<sup>3</sup> Annexe 12 : deux résumés succincts de la méthode de conception d'un produit.

<sup>4</sup> Annexe 12 : schémas comparatifs des méthodes « analyse de la valeur – analyse fonctionnelle » et « méthode APTE » par Jean-Pierre Mereau. Mereau Jean-Pierre (1995). La pince à linge. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74 66-75.

programme de l'option trois heures de technologie industrielle en baccalauréat scientifique puis en classes préparatoires.

Dans le programme de TSA, un schéma générique est proposé pour remplacer la SADT (cf. *supra* § 12.3.5), accompagné de deux définitions. La première relève de la « liste 2 » relative au « Noyau terminologique spécifique de la seconde » que doit maîtriser tout élève de TSA :

*« Chaîne fonctionnelle = ensemble de constituants organisés en vue de l'obtention d'une tâche opérative (par exemple prendre un objet, déplacer une charge, chauffer une pièce...). Une chaîne fonctionnelle comporte généralement un constituant de traitement, une chaîne d'action, la partie physique commandée et une chaîne d'acquisition (compte rendu de l'exécution de l'action) ».*

La deuxième définition est relative au concept de fonction. Celle-ci est fournie dans la liste du vocabulaire relevant des connaissances sans exigence d'approfondissement (liste 3). La notion de fonction est susceptible de prendre trois sens :

*« - fonction de service : action attendue d'un produit pour répondre au besoin d'un utilisateur donné (X 50-150). Exprime une relation entre le produit et un interacteur du milieu environnant, ou une relation entre interacteurs par l'intermédiaire du produit.*

*- fonction technique ou de construction : action interne au produit dans le but d'assurer les fonctions de service.*

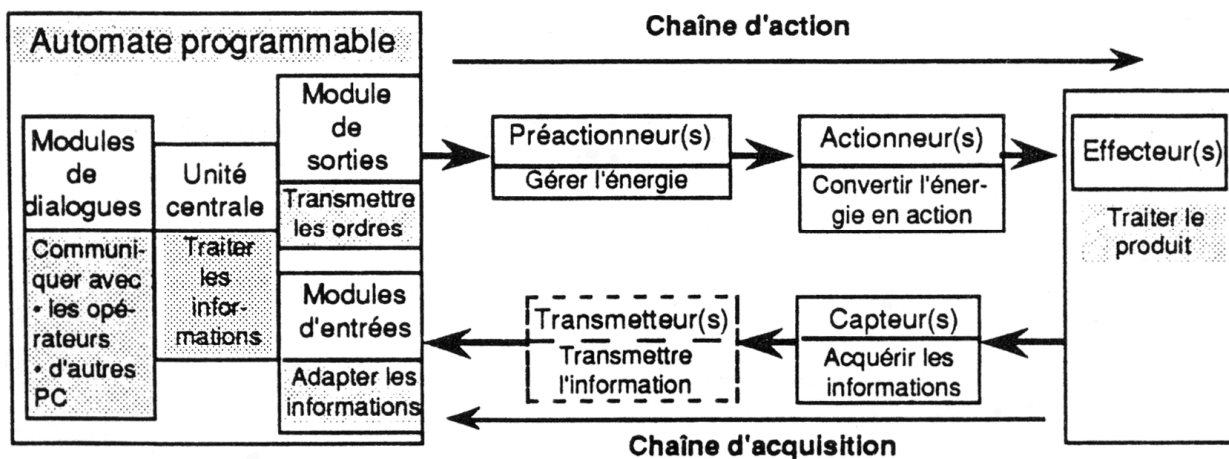
*- fonction d'automatisme : fonction associée à un constituant d'une chaîne fonctionnelle. »*

Cette triple définition appelle plusieurs remarques. Premièrement, bien que faisant référence à la norme NF X 50-150<sup>1</sup>, la première définition proposée (fonction de service) introduit la notion d'« interacteur » qui n'existe pas dans la norme citée. De la même façon, la notion de « fonction d'automatisme » est nouvelle. Celle-ci donne lieu à un second schéma (cf. *supra* § 12.3.5) représentatif d'une chaîne fonctionnelle. La représentation en boucle des constituants de la chaîne fonctionnelle est alors complétée par le nom des fonctions d'automatisme (fig. 12-4 *infra*, annexe 12-32,)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> NF X 50-150. Analyse de la valeur - Analyse fonctionnelle - Vocabulaire. AFNOR 1990.

<sup>2</sup> Annexe 12 : représentation graphique d'une chaîne fonctionnelle, de ses constituants et des fonctions d'automatismes associées selon le programme de la seconde TSA (1992).



**Figure 12-4 : Représentation d'une chaîne fonctionnelle, des fonctions d'automatisme et de ses constituants associés (programme de TSA 1992)**

Le schéma présente l'intérêt de procéder à une réorganisation de la version « partie commande - partie opérative » née en même temps que le GRAFCET. Cependant la frontière entre la partie commande (automate programmable à gauche) et la partie opérative (reste du schéma) a disparu. Ce schéma propose une vision différente d'un système automatisé. Celui-ci n'est plus décrit comme une organisation de partie ou de structures matérielles mais comme un ensemble de fonctions organisées en chaînes fonctionnelles. Il est « *le fruit d'un travail collectif de plusieurs années* » mené par l'APAVE (Association des propriétaires d'appareils à vapeur et électriques)<sup>1</sup> et la société Télémécanique. Il paraît au début de l'année 1992 dans un ouvrage, consacré à la sûreté des machines et des installations automatisées rédigé, par Christian Merlaud (1992)<sup>2</sup>, membre de l'Éducation nationale. Le schéma original est décrit comme une structure en « *fonctions de contrôle - commande* » adaptée au point de vue de l'automaticien. Ce schéma représente un système constitué de plusieurs chaînes fonctionnelles (annexe 12-33)<sup>3</sup>.

Les concepts de chaînes d'action et d'acquisition qui apparaissent sur le schéma d'une chaîne fonctionnelle sont définis dans le programme de la seconde TSA de manière indirecte par l'intermédiaire de la définition de la relation « cause - effet » :

*«Relation cause - effet = expression du principe de causalité (antériorité de la cause sur l'effet). Pour une chaîne fonctionnelle de système automatisé, elle peut s'exprimer, à titre d'exemples, par : c'est l'émission d'un ordre qui engendre une action (puis c'est l'exécution de l'action qui provoque un effet) ; c'est le changement d'état de la partie opérative qui engendre une information (sous forme d'un signal qui provoque un changement d'état d'une entrée de la partie commande). »*

<sup>1</sup> Organisme de contrôle destiné à assurer la sûreté des installations et le contrôle technique de construction.

<sup>2</sup> Merlaud Christian, Sourisse Claude, Morel Jean-Paul (1992). *La sûreté des machines et des installations automatisées*. APAVE. Télémécanique. Paris : SADAVE et Pontoise : CITEF.

<sup>3</sup> Annexe 12 : organisation d'une chaîne fonctionnelle selon une structuration en « *fonctions de contrôle - commande* » proposée par des industriels spécialisés dans les automatismes (Télémécanique).

Comme il l'a été précisé *supra*, ce schéma s'inspire largement de propositions plus anciennes (cf. annexe 11-56). Il reprend notamment une organisation proche de celle proposée par l'entreprise Télémécanique au début des années 1980 (cf. annexe 10-27) et, du même coup, retombe dans un travers déjà signalé (cf. § 10.5.2). Ce schéma « oublie » (volontairement ?) que le système automatisé agit sur un environnement. Ainsi rien n'y entre, rien n'en sort, pas même la matière d'œuvre. De la même façon, le dialogue avec l'opérateur n'est pas représenté.

Ce schéma est réutilisé dans les manuels scolaires de seconde, de baccalauréat S, de STI et de classes préparatoires aux grandes écoles (annexe 12-34)<sup>1</sup>. Il donne lieu à diverses interprétations. La transposition didactique doit jouer son rôle. Certains éditeurs représentent à la fois la chaîne fonctionnelle et les parties opérative et commande (annexe 12-35)<sup>2</sup>. L'éditeur Foucher est un habitué des analogies avec le corps humain. C'est sans doute la raison qui l'amène à intégrer des entrées et des sorties d'information et de matière d'œuvre à sa représentation d'une chaîne fonctionnelle (annexe 12-36)<sup>3</sup>. Le guide d'équipement de la seconde TSA (publié deux ans après les programmes), dans son souci de recommandations pédagogiques, précise la nature des entrées et sorties des fonctions d'automatisme de la chaîne fonctionnelle à l'aide d'un troisième schéma. Cette représentation n'est reprise que dans un manuel de classes préparatoires (annexe 12-37)<sup>4</sup>.

Sur le plan pédagogique, le schéma d'un automatisme sous forme de chaîne fonctionnelle permet de réinvestir la notion de frontière (annexe 12-38)<sup>5</sup>. Il est alors utilisé, comme le préconise le guide d'équipement (annexe 12-39)<sup>6</sup>, pour situer un constituant ou un composant dans la chaîne fonctionnelle (annexe 12-40)<sup>7</sup>. Cette utilisation donne lieu à la représentation des fonctions d'automatisme comme des entités susceptibles d'être étudiées de manière indépendante. Les auteurs renomment à leur gré les fonctions. Ainsi « acquérir les informations », version officielle de la fonction d'un

---

<sup>1</sup> Annexe 12 : utilisation du schéma d'une chaîne fonctionnelle à différents niveaux d'enseignement. Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher. Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave. Ney Henri (1998). *Automatique & informatique industrielle. 1<sup>res</sup> et T<sup>erm</sup> STI. Industriel. Sciences et technologies industrielles*. Paris : Nathan Technique. Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1996). *Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période*. Paris : Casteilla.

<sup>2</sup> Annexe 12 : Lien entre chaîne fonctionnelle et parties opérative et commande. René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla. Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique. Bleux J.-M., Fanchon J.-L. (1996). *Génie mécanique - Automatismes industriels*. Paris : Nathan.

<sup>3</sup> Annexe 12 : un schéma qui n'est pas isolé du monde extérieur. Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1993). *TSA - Technologie des systèmes automatisés. Technologie industrielle*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Annexe 12 : nature des entrées et sorties des fonctions d'automatisme de la chaîne fonctionnelle. Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 12 : les frontières dans une chaîne fonctionnelle. Colombari Gérard, Lauzier Michel (1995). *Automatique et informatique industrielle 2. Conception des systèmes*. Paris : Foucher.

<sup>6</sup> Annexe 12 : chaîne fonctionnelle, un outil pédagogique incontournable.

<sup>7</sup> Annexe 12 : situation d'un constituant ou d'un composant à étudier au sein de la chaîne fonctionnelle. Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher.

capteur, peut-elle prendre le nom de « *acquérir et coder* », « *convertir une information* », « *saisir et convertir* » ou encore « *prélever et coder* » (annexe 12-41)<sup>1</sup>.

Le guide d'équipement de la TSA propose un modèle de représentation d'une « *fonction opérative du point de vue comportemental* » mais aucun auteur de manuel ne reprend cette représentation qui devrait comporter autour d'un rectangle « *une autorisation de fonctionnement, un ordre de début et un ordre de fin* » symbolisés par des flèches (annexe 12-42)<sup>2</sup>. Le schéma des chaînes fonctionnelles peut être compliqué par la représentation de la structure interne de l'automate programmable assurant la commande du système. Dans ce cas, le schéma atteint un niveau de complexité comparable à certaines représentations bannies de la SADT. Par exemple, le *Memotech* de la TSA<sup>3</sup> propose un schéma faisant apparaître à la fois le découpage partie opérative / partie commande, la structure de l'automate programmable, les entrées de matières d'œuvre et les entrées sorties d'information vers l'opérateur (annexe 12-43).

Les auteurs du manuel publié par Hachette en 1998<sup>4</sup>, c'est-à-dire avec plusieurs années de recul par rapport à la parution des programmes, proposent une représentation fonctionnelle qui s'écarte du modèle officiel. Ainsi les deux fonctions de la chaîne d'action « *Gérer l'énergie* » et « *Convertir l'énergie* » sont-elles remplacées par les trois fonctions « *Distribuer, convertir et adapter* ». L'insertion de la fonction « *Adapter* » entre les fonctions « *Convertir* » et « *Effectuer* » livre un schéma qui se rapproche davantage de la réalité d'un système pluritechnique (annexe 12-44)<sup>5</sup>. Cette proposition révèle une autre faiblesse du modèle des chaînes fonctionnelles et laisse à penser que des améliorations sont envisageables, sans doute lors d'une étape ultérieure.

Malgré des oublis (pas d'entrées / sorties, absence de flux d'énergie et de matière), le schéma d'un système automatisé sous forme de chaîne fonctionnelle apparaît comme un nouveau progrès dans les outils de représentation des systèmes. Il a pour principal mérite de proposer une représentation de l'organisation interne d'un système qui se décline sous forme de fonction d'automatisme. La présence de Jean Frachet parmi les membres du GTD automatique, également présent lors de l'élaboration des normes sur le GRAFCET, explique sans doute cela.

Au capteur est associée la fonction « *Acquérir les informations* », à l'effecteur celle de « *Traiter le produit* »... En ce sens la chaîne fonctionnelle se substitue bien au modèle SADT. Il fait notamment apparaître clairement la chaîne d'action qui transmet les ordres à l'effecteur et la chaîne d'acquisition qui renvoie les comptes rendus à l'automate. De plus, ce schéma est générique. Il s'adapte à tous systèmes agissant sur une matière d'œuvre matérielle. Les élèves peuvent donc se familiariser avec ce mode de représentation au gré des rencontres, lors des travaux pratiques, sur les différents systèmes présents dans les laboratoires. Il présente cependant, sinon un défaut, du moins un manque. En effet, il n'a pas de lien avec les fonctions de service à remplir par

---

<sup>1</sup> Annexe 12 : l'insertion de la fonction « *adapter* » entre les fonctions « *convertir* » et « *effectuer* ».

<sup>2</sup> Annexe 12 : représentation d'une « *fonction opérative du point de vue comportemental* » d'après le guide d'équipement de la TSA.

<sup>3</sup> René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Memotech*. Paris : Casteilla.

<sup>4</sup> Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique.

<sup>5</sup> Annexe 12 : l'insertion de la fonction « *Adapter* » entre les fonctions « *Convertir* » et « *Effectuer* », signe d'une évolution à venir.

les systèmes. De plus il ne se prête pas à une décomposition fine des différentes fonctions d'automatisme (fonctions techniques élémentaires). Ce n'est d'ailleurs pas sa vocation. Là encore, l'analyse de la valeur propose des outils graphiques adaptés. Le diagramme FAST (Fonction Analysis System Technic), introduit dans la norme de l'analyse fonctionnelle dès 1985<sup>1</sup> (cf. § 11.5.5), est l'un d'eux. Mais il entre en concurrence avec le bloc-diagramme de la méthode APTE tandis que la méthode SADT résiste encore.

### 12.7.2 Le diagramme FAST

Le schéma d'une chaîne fonctionnelle n'est pas adapté à une représentation détaillée d'un système ou d'un produit, ce n'est d'ailleurs pas sa fonction. La méthode SADT, bien qu'introduite dans les programmes de sciences industrielles des classes préparatoires, est en perte de vitesse. D'autres outils doivent être trouvés.

C'est dans ce contexte que, dès le début des années 1990, le diagramme FAST, né dans les années 1970 aux États-Unis, apparaît comme une solution. Le FAST allie décomposition fonctionnelle et décomposition structurelle. Il a en outre l'immense avantage d'être recommandé par la norme parmi les outils de l'analyse fonctionnelle. Le diagramme FAST repose sur le principe de l'analyse descendante par la décomposition d'une ou de plusieurs fonctions sous forme d'un réseau arborescent. Le FAST est donc parfaitement adapté à l'étude, tant de constatation que de conception, des systèmes. Il permet, sur le même diagramme de passer par un enchaînement logique des fonctions de service aux fonctions techniques et aux composants réalisant ces fonctions. De plus la lecture du schéma ne nécessite pas d'apprentissage. Elle s'effectue soit de gauche à droite, soit de droite à gauche. Le parcours de lecture de gauche à droite permet en passant d'une fonction à la suivante de connaître la réponse à la question comment est réalisée cette fonction ?. À l'inverse, en remontant vers la racine, la lecture de droite à gauche permet d'avoir la réponse à la question pourquoi cette fonction existe-t-elle ?.

C'est dans le cadre de la démarche de projet de la technologie au collège qu'apparaissent les premiers diagrammes FAST (annexe 12-45)<sup>2</sup>. Christian Teixido (1990)<sup>3</sup> est coauteur de l'ouvrage qui popularise cet outil. La « *méthode interrogative (Pourquoi? Comment ?)* »<sup>4</sup> est introduite en 1992 dans la partie du programme désignée « *Analyse fonctionnelle des produits industriels* » du tronc commun des enseignements du baccalauréat technologique STI. En 1995, le FAST est prescrit dans les programmes des classes préparatoires (CPGE) : « *Les outils de représentation FAST et SADT restent des outils privilégiés de description fonctionnelle et structurelle.* »<sup>5</sup>. En 1997 c'est au tour des nouveaux BTS CPI (conception de produits industriels) d'intégrer l'outil.

Tandis que la seconde TSA, et son programme bridé à cinq types de représentation autorisés, reste momentanément en dehors de ces évolutions, les manuels de niveau baccalauréat et CPGE se conforment aux programmes (annexe 12-46)<sup>6</sup>. Avec le

---

<sup>1</sup> FD X 50-153. Analyse de la valeur - Recommandation pour sa mise en œuvre. AFNOR 1985.

<sup>2</sup> Annexe 12 : utilisation du diagramme FAST au collège.

<sup>3</sup> Rak Ignace, Teixido Christian, Favier Josette, Cazenau Marie (1990). *La démarche de projet industriel. Technologie et pédagogie*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Le FAST sans le nommer.

<sup>5</sup> Programme de CPGE PSI.

<sup>6</sup> Annexe 12 : diagramme FAST en classes préparatoires aux grandes écoles.



diagramme FAST, la mécanique trouve un outil adapté à la description de l'organisation fonctionnelle et structurelle des mécanismes<sup>1</sup> (annexe 12-47)<sup>2</sup>. Il s'agit en réalité d'une redécouverte. En effet un mode de représentation similaire a déjà été proposé depuis de nombreuses années (cf. § 8.3.5 et annexe 12-48)<sup>3</sup>. Comme le précise un manuel de technologie industrielle de baccalauréat S<sup>4</sup> (annexe 12-49)<sup>5</sup>, le diagramme FAST peut être utilisé pour analyser un produit existant dans le cas d'une re-conception ou d'un simple exercice scolaire (FAST de description), ou bien encore pour concevoir un nouveau produit (FAST de créativité). Le diagramme FAST permet aussi, par exemple, de bâtir un guide de choix menant aux différentes fonctions d'un constituant (annexe 12-50)<sup>6</sup>. L'usage du diagramme FAST n'a pas de limite dès lors que l'on cherche à décomposer une entité sous forme de « pourquoi / comment ». C'est ce qui fait sa puissance. Face au diagramme FAST, la méthode APTE utilise son bloc-diagramme.

### 12.7.3 Le bloc-diagramme de la méthode APTE

Le bloc-diagramme<sup>7</sup> représente l'ensemble des liaisons entre les fonctions principales d'un produit telles qu'elles ont été définies à l'aide du diagramme « pieuvre ». Toute l'originalité du diagramme repose sur la façon de représenter ces liaisons. Celles-ci sont matérialisées par des rectangles représentatifs des composants, reliés par des traits qui symbolisent les fonctions élémentaires de contact ou de flux. Une fois construit, le diagramme permet de repérer la chaîne de composants assurant la liaison entre les différentes fonctions principales et de mettre en évidence des boucles de composants possédant des liaisons communes. Après sa réalisation, le diagramme est utilisé pour matérialiser le cheminement des différents flux entre les fonctions et déterminer le « juste nécessaire » (annexe 12-51)<sup>8</sup>, et donc l'optimisation du coût.

En 1994, pour populariser la méthode APTE, Jean-Paul L'Escop et Louis Perrot<sup>9</sup>, respectivement professeurs de construction et de productique au lycée Chaptal de Saint-Brieuc, présentent, dans les colonnes de la revue *Technologie*, une mallette pédagogique développée par l'AFAV Bretagne :

« ... une version aménagée d'un cas industriel étudié au début des années 1980 à l'usine Citroën de Rennes [...] l'étude porte sur la commande de réglage des phares de la Visa et utilise la méthodologie du cabinet APTE. » (p 25).

L'intérêt de l'article est de montrer le résultat du travail d'un groupe d'analyse de la valeur réalisé par une entreprise industrielle. Dans le cas étudié, l'analyse de la valeur a permis d'améliorer le système de réglage des phares qui équipèrent ensuite les véhicules de type Citroën AX. L'étude proposée fait parfaitement apparaître le lien entre l'analyse

<sup>1</sup> Aublin Michel, Cahuzac René, Ferraz Jean-Pierre, Vernhères Guy (1996). *Construction mécanique Premières Terminales STI*. Paris : Dunod.

<sup>2</sup> Annexe 12 : diagramme FAST d'un vérin.

<sup>3</sup> Annexe 12 : décomposition fonctionnelle proche du diagramme FAST en 1967. Pilard Jean (1967). Analyse de l'ablocage (suite). *Le Cours Industriel*, 5, 133-136.

<sup>4</sup> Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I*. Paris : Foucher.

<sup>5</sup> Annexe 12 : utilisation du FAST en phase de conception ou d'analyse de l'existant.

<sup>6</sup> Annexe 12 : guide de choix d'un vérin pneumatique. Rédaction (1992). À propos de Mécanélem 92 La pneumatique tout terrain. *Technologies et formations*, 41, 2-11.

<sup>7</sup> Aussi appelé diagramme de flux ou encore schéma de contact AFNOR X 50-153 (p. 11).

<sup>8</sup> Annexe 12 : bloc-diagramme d'un ôte-agrafe.

<sup>9</sup> L'Escop Jean-Paul, Perrot Louis (1994). AV chez les Bretons. *Technologies Sciences et techniques industrielles*, 74, 25-27.

externe : « *définition du besoin et client - validation* » à l'aide d'une « bête à cornes », la « *recherche des fonctions de service* » à l'aide du diagramme « pieuvre » et la décomposition structurelle avec un « bloc-diagramme ». Le bloc-diagramme qui est fourni avec la mallette représente les liaisons entre les huit bulles issues du diagramme « pieuvre » (phare, yeux, tablier...) et les trente-neuf blocs représentatifs de la structure du mécanisme (rotule, vis de réglage, noix, palonnier, ressort...) (annexe 12-52)<sup>1</sup>. Dès 1968, Jean Ribérol<sup>2</sup> (cf. § 8.3.5) avait proposé dans une série d'articles une forme originale de diagramme symbolisant les liaisons soit entre les composants, soit entre les fonctions remplies par ces composants. À mi-chemin entre le diagramme FAST et le bloc-diagramme, Ribérol accompagne d'un commentaire ce qu'il nomme à l'époque un tableau :

*« Peut-être tirera-t-on un partie intéressante de l'étude préalable – donc générale et abstraite – de toutes les idées que peut suggérer l'apparition d'un besoin. Par exemple, la nécessité, fréquemment rencontrée, d'obtenir un mouvement d'une pièce, peut amener toute une série de conséquences portant sur des points dont le tableau donne une liste sans doute incomplète, mais suffisamment étendue tout de même pour éviter des oublis graves. »*

En 1969, Jean Ribérol<sup>3</sup> propose sous cette forme le diagramme d'une soupape de sûreté (annexe 12-53)<sup>4</sup> qui permet de mettre en évidence « *les conditions essentielles* » auxquelles doit obéir l'objet, ainsi que « *la cascade de conditions [qui] permet de retrouver les pièces composant l'ensemble, et les surfaces fonctionnelles de chacune d'elles.* ». Ces deux exemples mettent le doigt sur la limite du bloc-diagramme. Il ne peut être utilisé que pour un produit existant, c'est-à-dire pour une amélioration ou une re-conception. Dans ce cas, la représentation du cheminement des flux de tous ordres (énergie, effort, visuel...) entre les composants aide à définir des solutions optimales. C'est ce que rappelle l'exemple emblématique de la douille d'une lampe d'éclairage présent sur le site internet Wikipédia (annexe 12-54)<sup>5</sup>, qui a fait la fortune de la méthode APTE. Dans le cas où l'objet est suffisamment simple (Robert Tassinari, 2003)<sup>6</sup>, les flux peuvent être représentés selon un schéma calqué sur la topologie de l'objet (annexe 12-55)<sup>7</sup> ce qui peut présenter un intérêt pédagogique.

Pour analyser et diminuer le coût des fonctions, la méthode APTE préconise l'usage d'un tableau d'analyse fonctionnelle (TAF) dans lequel apparaît, pour chaque fonction, la répartition des coûts selon les différents composants. La méthode APTE préconise également le recours à l'arbre de conception, de décision ou arbre fonctionnel, comparable à l'arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédé, proposé par Lawrence Delos Miles (1966)<sup>8</sup> et repris par Lucien Géminard (1970)<sup>9</sup> (annexe

<sup>1</sup> Annexe 12 : bloc-diagramme de commande de réglage des phares d'une Citroën AX.

<sup>2</sup> Ribérol Jean (1968). Dessin industriel. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31.

<sup>3</sup> Ribérol Jean (1969). Dessin industriel. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 7, 217-220.

<sup>4</sup> Annexe 12 : forme originale de diagramme de liaisons.

<sup>5</sup> Annexe 12 : Diagramme-bloc d'une douille de lampe, site Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc\\_diagramme\\_apte.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc_diagramme_apte.jpg)

<sup>6</sup> Tassinari Robert (2003). *Pratique de l'analyse de la valeur*. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1992). Paris : Dunod.

<sup>7</sup> Annexe 12 : représentation topologique du bloc-diagramme.

<sup>8</sup> Miles Lawrence Delos (1966). *L'analyse de la valeur, réduction scientifique du prix de revient*. Adaptation française par des ingénieurs du groupe Planus. Paris : Dunod.

<sup>9</sup> Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod.

12-56)<sup>1</sup>. Cet outil permet d'explorer de multiples variantes de conception d'un produit à partir de critères préalablement définis (matière, forme, etc.). Plus récemment des tableaux d'analyse fonctionnelle technique (TAFT) utilisant des blocs-diagramme ont été développés dans l'enseignement supérieur et la recherche (annexe 12-57)<sup>2</sup>.

Ainsi la méthode APTE apparaît-elle comme la mise en cohérence d'outils savamment réutilisés, améliorés et adaptés aux notions d'analyse de la valeur. Enrobé dans un « packaging » attrayant et un vocabulaire original, le concept procédural « clé en main » de la méthode APTE en a fait un standard à l'Éducation nationale. C'est ce côté standard de la méthode APTE « *qui bride ou fausse la réflexion* »<sup>3</sup> qui est critiqué par les partisans de l'analyse de la valeur telle qu'elle est définie dans les normes : « *Une norme ce n'est pas un cours, ce n'est pas un mode opératoire* ». Cependant, avec l'analyse de la valeur et de ses outils, qu'il a lui-même en partie forgés, l'enseignement technologique s'approprie des instruments à la fois ludiques et scientifiques.

## 12.8 Un virage bien négocié

La réforme du lycée élève la technologie industrielle au rang de matière dominante de la série scientifique, à côté des mathématiques, de la physique-chimie et de la biologie. Cette reconnaissance constitue un pas décisif dans le processus de disciplinarisation enclenché à la Libération avec la création du baccalauréat mathématiques et technique. Une fois de plus, ce nouveau pas est franchi dans le cadre d'une réforme générale. La technologie a su négocier le virage entamé au début des années 1980 avec l'introduction des systèmes automatisés, puis conserver la bonne trajectoire à la fin de ces mêmes années, en abandonnant l'usinage au profit de travaux pratiques sur des systèmes réels didactisés. Dans le prolongement de la démarche de projet mis en place au collège, la rénovation du lycée prolongée par la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles place l'enseignement de la technologie dans une dynamique nouvelle tournée vers les sciences industrielles de l'ingénieur.

Ainsi, avec l'introduction des notions de chaîne fonctionnelle et d'analyse de la valeur, les méthodes s'affinent, les outils théoriques se perfectionnent et se scientifient. Des réajustements de contenus s'opèrent aux différents niveaux où s'enseigne la technologie. Ces évolutions participent ainsi à une homogénéisation des grands concepts qui structurent l'enseignement de la technologie à tous les étages de l'édifice scolaire.

Dans ce contexte, malgré le coup de frein officiel<sup>4</sup> mis à l'usage des graphismes et le recentrage exclusif sur l'étude des systèmes automatisés en TSA, les années 1992-1999 apparaissent pour la classe de seconde comme une période de respiration. Peut-être est-ce pour laisser le temps aux classes supérieures de digérer les nouveautés qu'elle a contribué à faire naître ? C'est en effet une technologie nouvelle qui se prépare à aborder l'échéance du passage du nouveau millénaire.

---

<sup>1</sup> Annexe 12 : arbre de partition d'un ensemble et arbre de décision ou arbre fonctionnel (différents modèles).

<sup>2</sup> Annexe 12 : tableau d'analyse fonctionnelle technique (TAFT). Charpentier Frédéric, Prenel Jean-Marc, Duménil Jérémie (2007). Le TAFT, un outil pour la capitalisation de l'AFT. *Technologie*, 148, 48-66.

<sup>3</sup> Propos recueillis auprès de Pierre Moriceau ancien trésorier de l'AFAV.

<sup>4</sup> Les prescriptions n'ont cependant pas mis fin aux pratiques comme l'a démontré Janrené Doulin (cf. *supra* § 12.3.5.)



## 13. 2000-2009, l'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie - Le paradigme de l'approche système

« Dans un contexte économique de forte concurrence mondiale, la mise sur le marché de produits nouveaux à forte valeur ajoutée impose des efforts permanents de recherche pour atteindre de meilleures performances à moindre coût. » (p. 1)<sup>1</sup>.

Cette affirmation constitue en 2001 la première phrase des nouveaux programmes de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique, elle situe un des enjeux majeurs de la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle. En effet la mondialisation et les délocalisations sont synonymes pour les pays industrialisés de transfert de sites de production et d'emplois vers des pays étrangers dont la main-d'œuvre travaille à bas coût, et de réimportation de produits manufacturés. Ces délocalisations concernent de grands secteurs comme l'automobile, l'électronique et même des secteurs de pointe comme celui de la recherche et développement (R & D)<sup>2</sup>. L'utilisation du concept de mécatronique<sup>3</sup> se fait plus fréquente<sup>4</sup>. Dès lors, la prise en compte de la satisfaction de nouveaux besoins, les défis du développement durable<sup>5</sup> invitent à l'innovation. La formation en nombre d'ingénieurs avec un haut niveau de compétences apparaît comme la solution à ces problèmes. Comme le précise Svein Sjoberg (2002)<sup>6</sup>, pour relever les défis du XXI<sup>e</sup> siècle : « *L'industrie a besoin de personnes extrêmement compétentes dans les domaines de la science et de la technologie* ». Le métier d'ingénieur tel que le définit la commission des titres d'ingénieurs (CTI)<sup>7</sup> révèle en effet tout le potentiel que les ingénieurs possèdent pour faire face au recul de l'industrie :

« *Le métier de l'ingénieur consiste à poser et résoudre de manière performante et innovante des problèmes souvent complexes, de création, de conception, de réalisation, de mise en œuvre, au sein d'une organisation compétitive, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement de leur financement et de leur commercialisation. À ce titre, l'ingénieur doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique.* ».

---

<sup>1</sup> Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 3 du 30 août 2001, p. 71. Relatif aux programmes des sciences de l'ingénieur, classes de première et terminale.

<sup>2</sup> Jamet Jean-François (2008). La compétitivité de l'industrie européenne. *Économie et management*. 129, 5-11.

<sup>3</sup> Intégration des systèmes mécanique et électronique.

<sup>4</sup> Erkmen Aydan M., Tsubouchi Takashi, Murphy Robin (2001). Mechatronics Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. En ligne : <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=932751>

<sup>5</sup> Ainsi en France : Plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) en 2000, création du ministère de l'écologie et du développement durable en mai 2002, et inscription dans le préambule de la Constitution en 2005 des droits et devoirs définis dans la charte de l'environnement de 2004.

<sup>6</sup> Sjoberg Svein (2002). L'enseignement scientifique et technologique en Europe : défis du moment et solutions possibles. Bulletin international de l'enseignement scientifique et technologique et de l'éducation environnementale de l'UNESCO. *Connexion*, XXVII, 3, 1-5.

<sup>7</sup> Commission des Titres d'Ingénieurs (2009). *Références et Orientations*. <http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/RetOpfv17postimpression.pdf>

C'est dans ce contexte que les sciences de l'ingénieur (SI) entrent au lycée en 2000, comme option d'initiation en classe de seconde<sup>1</sup>, puis l'année suivante en tant qu'enseignement principal de spécialité au baccalauréat scientifique en remplacement de la technologie industrielle. Les sciences de l'ingénieur sont définies par les programmes<sup>2</sup> comme les « *sciences de la conception et de la réalisation des systèmes inventés par l'homme.* », ils prennent ainsi la place de la technologie.

En 2002, André Clément<sup>3</sup>, ingénieur chez Dassault Systèmes (de 1977 à 2005), attire l'attention des lecteurs de la revue *Technologie* sur l'invasion massive d'outils de simulation à tous les niveaux d'enseignement « *depuis le collège jusqu'aux écoles d'ingénieurs en passant bien entendu par les lycées techniques et les IUT* ». Il précise à ce sujet : « *Ces outils informatiques mettent, ou mettront dans un avenir proche, à la portée de chacun, les sciences de l'ingénieur les plus sophistiquées connues seulement d'une petite élite spécialisée il y a 20 ans.* ». En référence à ces nouveaux outils scientifique et technique, André Clément définit quatre niveaux de connaissance : 1 – savoir qu'ils existent ; 2 – savoir les utiliser ; 3 – savoir leurs limites de validité ; 4 – savoir les améliorer. En réponse à la question « *Que peut-on, que doit-on enseigner aujourd'hui ?* », il précise que c'est le troisième niveau, « *savoir leurs limites de validité* », qui est à la fois le plus difficile à enseigner et l'objectif final de l'enseignement. Il s'agit en effet, lors de l'utilisation des outils de simulation, de bien distinguer le modèle du réel, d'évaluer l'écart qui existe entre les deux :

« *... ne pas croire que l'on sait, mais savoir que l'on croit. [...] La nouveauté ici c'est que l'ordinateur est une machine réelle et qu'aux écarts du modèle mathématique avec le réel, elle ajoute les écarts du modèle programmé par rapport au modèle mathématique.* ». (p 4).

André Clément montre là une voie pour l'enseignement de la technologie nécessitant de nouvelles stratégies pédagogiques. Celles-ci s'appuient sur une approche système et l'organisation des enseignements par centres d'intérêt qui permettent l'acquisition graduelle des compétences de la démarche ingénieur.

Ces changements s'installent progressivement à l'occasion des inévitables réécritures des programmes commandés à l'occasion des réformes, mais également par des échanges entre niveaux de formation et de validation des pratiques sur le terrain. Ces évolutions participent ainsi à une homogénéisation des contenus des enseignements de technologie et donc à un renforcement de son processus de disciplinarisation.

### **13.1 Une nouvelle réforme des lycées**

La fin du XX<sup>e</sup> et le début du XXI<sup>e</sup> siècle sont marqués par des tentatives de réformes qui aboutissent partiellement. La réforme de la voie technologique est reportée, tandis que celle de la voie professionnelle est provisoirement abandonnée<sup>4</sup>. Seule la voie

---

<sup>1</sup> En remplacement de l'option TSA (technologie des systèmes automatisés).

<sup>2</sup> Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 3 du 30 août 2001, p. 71. Relatif aux programmes des sciences de l'ingénieur, classes de première et terminale.

<sup>3</sup> Clément André (2002). *Que peut-on, que doit-on enseigner aujourd'hui ? Technologies & Formations*, 100, 3-4.

<sup>4</sup> Une réforme en profondeur instaurant le baccalauréat professionnel en trois ans aura finalement lieu en 2009 (cf. § 2.1.3.4).

générale est réformée. La classe de seconde est celle qui subit le plus de changements, notamment par le biais de mesures d'accompagnement des élèves. La réforme instaure des travaux personnels encadrés (TPE) pour tous les élèves de première. Les enseignements de technologie des systèmes automatisés et de technologie industrielle, rénovés et rebaptisés enseignements de sciences de l'ingénieur, doivent attirer davantage d'élèves vers les filières scientifique et technologique de l'enseignement supérieur.

### **13.1.1 Consultation et contestation**

La réforme des lycées amorcée à la fin des années 1990 intervient après une consultation sans précédent. Près de deux millions de questionnaires d'élèves sont dépouillés<sup>1</sup>. Philippe Meirieu, à qui Claude Allègre<sup>2</sup>, ministre de l'Éducation nationale, demande d'organiser cette consultation, rend son rapport *Quels savoirs enseigner dans les lycées ?* en avril 1998<sup>3</sup>. Il doit permettre d'engager et de maintenir le débat autour de quarante principes qui oscillent entre rupture et continuité afin de donner aux lycées « *une configuration nouvelle qui dépasse une situation donnée* ». Il ressort de l'enquête un attachement au baccalauréat, une forte demande pour un accompagnement des élèves durant leur scolarité et pour une seconde, véritable classe de détermination.

Le rapport préconise d'une part un allègement des programmes pour un « retour à l'essentiel », d'autre part des programmes indifférenciés de « *culture commune* » (français, histoire - géographie, éducation civique, juridique et politique, éducation physique et sportive, expression artistique) quelles que soient les filières et les séries et enfin, l'inscription au baccalauréat d'une « *épreuve sur dossier personnel interdisciplinaire* ». Finalement, la contestation aidant, onze principes seulement sont retenus dans le texte rédigé par le ministre *Un lycée pour le XXI<sup>e</sup> siècle* qui provoqua selon Antoine Prost et Annette Bon (2011)<sup>4</sup> « *un séisme social de forte magnitude* ». Cette charte du lycée est adoptée par le conseil supérieur de l'Éducation (CSE) le 4 mars 1999. Les nouveaux programmes des classes du lycée général paraissent entre 1999 et 2001. La rénovation des séries de la voie technologique, dont les programmes n'ont pas évolué depuis 1988, est à l'étude en liaison avec le constat de l'évolution de ses débouchés. Mais cette réforme est reportée à plus tard tandis que celle de la voie professionnelle, contestée par les professeurs et les élèves, est abandonnée. L'architecture générale des anciennes séries du baccalauréat général n'est pas bouleversée. C'est la classe de seconde qui subit le plus de changements.

### **13.1.2 Une attention plus grande de l'institution éducative et un accompagnement accru des élèves**

La réforme s'inscrit dans le prolongement de celle de 1991. Les changements visent à rendre les parcours plus lisibles et à permettre de meilleures conditions d'accès à

---

<sup>1</sup> Les enseignants et, dans une moindre mesure, les parents sont associés à la consultation par questionnaires.

<sup>2</sup> Claude Allègre est ministre de l'Éducation nationale, de la recherche et de la technologie du 4 juin 1997 au 6 avril 2000.

<sup>3</sup> Méirieu Philippe (1998). *"Quels savoirs enseigner dans les lycées ?" Rapport d'étape du comité d'organisation*. Lyon, le 28 avril 1998.

<sup>4</sup> Prost Antoine, Bon Annette (2011). « Le moment Allègre (1997-2000) » De la réforme de l'Éducation nationale au soulèvement. *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, 110, 123-145.

l'enseignement supérieur. Elle maintient un cursus par série à l'intérieur des trois filières d'enseignement général, technologique et professionnel. Une place plus grande est accordée aux activités permettant aux élèves de développer leurs capacités d'autonomie et d'initiative. Dans cet esprit sont créés des travaux personnels encadrés (TPE). Des heures de vie de classe sont inscrites dans l'emploi du temps des élèves en seconde, première et terminale. Elles offrent un espace de parole aux élèves et sont animées par différents intervenants (professeurs principaux, autres professeurs de la classe, documentalistes, conseillers d'éducation, personnels d'orientation ou de santé scolaire). La réforme instaure un enseignement d'éducation civique, juridique et sociale, commun à tous les élèves. L'enseignement obligatoire optionnel de technologie industrielle du baccalauréat S est renommé sciences de l'ingénieur tandis que l'option de trois heures de technologie industrielle en première et terminale S est supprimée<sup>1</sup>.

En complément des heures d'enseignement, un dispositif d'accompagnement très souple est mis en place. Il s'agit de mieux répondre aux besoins repérés des élèves. L'enseignement en modules, développé avec un horaire global de trois heures et demie par semaine (français, histoire - géographie, langue vivante 1 et mathématiques), permet une pédagogie différenciée afin d'aider les élèves à approfondir leurs connaissances et à combler leurs lacunes. Ces modules sont organisés par les équipes pédagogiques en réunissant des groupes différenciés (groupes restreints organisés en fonction du niveau des élèves). La souplesse du dispositif permet de moduler l'horaire au cours de l'année scolaire et de changer la taille des groupes en fonction de l'évolution des acquis des élèves. Une aide individualisée est inscrite dans les emplois du temps pour s'adresser de manière ciblée aux élèves rencontrant des difficultés ponctuelles ou présentant des lacunes plus sérieuses. Le dispositif d'aide prend place dans le projet d'établissement et porte sur le français et les mathématiques, avec chacun deux heures hebdomadaires par division. Les groupes de huit élèves au maximum sont redéfinis tous les trimestres par les équipes pédagogiques.

### **13.1.3 Les enseignements de détermination en seconde et les sciences de l'ingénieur**

Le caractère de détermination de la classe de seconde est renforcé. Les options de seconde deviennent des enseignements de détermination. Les élèves choisissent deux enseignements de détermination sans que ce choix n'engage leur avenir. En effet les enseignements de détermination ont pour seul but de leur permettre de tester leurs goûts et leurs aptitudes pour mieux préparer leur orientation. L'année scolaire 1999 - 2000 est une année de transition. L'enseignement de détermination technologie des systèmes automatisés (TSA) est rebaptisé systèmes automatisés (SA), celui de productique reste inchangé mais son horaire est réduit de quatre à trois heures hebdomadaires. Ces enseignements constituent un parcours sciences et technologies industrielles et informatique. Ils peuvent être choisis seuls ou par couple. De nouveaux programmes n'entrent en vigueur qu'à la rentrée suivante (septembre 2001), et les options systèmes automatisés et productique » prennent alors respectivement pour dénomination « initiation aux sciences de l'ingénieur » (ISI) et « informatique et systèmes de production » (ISP). L'accès à la classe de première des séries technologiques

---

<sup>1</sup> Arrêté du 18 mars 1999. JORF n° 75 du 30 mars 1999, p. 4699. Relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et de terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat général.



industrielles n'est plus conditionné par le suivi du nouvel enseignement de détermination d'ISI (initiation aux sciences de l'ingénieur).

#### **13.1.4 Les Travaux personnels encadrés**

Les travaux personnels encadrés (TPE) sont expérimentés au cours de l'année scolaire 1999 - 2000 dans une centaine d'établissements. Ils sont très contestés par les professeurs en raison d'un contenu flou assorti de l'absence de crédit d'heures pour le travail en équipe. Ils sont cependant maintenus par Jack Lang<sup>1</sup>, nouveau ministre de l'Éducation nationale, puis généralisés à la rentrée scolaire 2000 - 2001<sup>2</sup>. Les TPE sont menés en groupe de trois à cinq élèves<sup>3</sup> sous la responsabilité pédagogique des enseignants. L'horaire des TPE est inscrit dans le service des élèves et des enseignants de la même manière que les travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE) en classes préparatoires (cf. § 12.5.6).

Les thèmes des travaux personnels encadrés proposés aux élèves sont nationaux, très généraux et renouvelés par tiers tous les deux ans. Les TPE s'appuient sur les disciplines dominantes de chaque série. Ainsi en 2002<sup>4</sup>, les élèves suivant l'option sciences de l'ingénieur du baccalauréat S peuvent choisir les thèmes création et produit, génération d'énergie et informations et communication. Une dotation horaire - professeur de deux heures par division est attribuée aux établissements pour cette activité. Cependant, en sciences de l'ingénieur, cette dotation est intégrée aux huit heures hebdomadaires d'enseignement suivi par les élèves. L'encadrement des élèves est assuré conjointement par les professeurs de génie électrique et de génie mécanique qui assurent les enseignements de sciences de l'ingénieur. Le TPE devient l'occasion de traiter une partie de programme sous forme de projet. La démarche de réalisation du TPE est organisée en quatre étapes : définition du sujet et de la problématique ; recherche documentaire ; réalisation d'une production (dossier, maquette, logiciel, expérience scientifique) ; soutenance et présentation orale de la réalisation accompagnée d'une note synthétique individuelle. À partir de la session 2007, les TPE sont pris en compte au baccalauréat au titre d'une épreuve obligatoire anticipée notée sur vingt. Huit points sont attribués par les professeurs ayant encadré les TPE au cours de l'année scolaire, et les douze points restants, par les deux professeurs composant le jury de l'épreuve orale.

### **13.2 Réforme des programmes de technologie, l'avènement des sciences de l'ingénieur**

L'introduction de l'étiquette sciences de l'ingénieur est due au *brainstorming* du groupe technique disciplinaire (GTD) chargé de la réécriture des programmes de technologie de la voie générale du lycée. Cette appellation est le signe des changements

---

<sup>1</sup> Jack Lang est ministre de l'Éducation nationale du 6 avril 2000 au 5 mai 2002. Il a été précédemment ministre de l'Éducation nationale et de la culture du 2 avril 1992 au 30 mars 1993.

<sup>2</sup> Avec la promesse d'un accroissement du nombre d'heures consacrées à l'encadrement des TPE, de la formation des professeurs, de la mise à niveau des équipements informatiques et de l'enrichissement des fonds documentaires des CDI.

<sup>3</sup> Il s'agit d'une moyenne approximative, il n'y a pas de consignes officielles à ce sujet.

<sup>4</sup> Note de service n° 2002-153 du 17 juillet 2002. BO n° 30 du 25 juillet 2002. Thèmes nationaux pour les TPE dans le cycle terminal de la série scientifique à orientation sciences de l'ingénieur.

qui affectent les enseignements de la technologie pendant la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle. En effet la notion « d'approche système » fait valoir un modèle général des systèmes organisés selon une chaîne d'information et une chaîne d'énergie susceptibles d'assurer une homogénéisation des contenus d'enseignement de la technologie du collège jusqu'aux classes préparatoires.

### 13.2.1 Programme et document d'accompagnement

Les programmes des enseignements de détermination d'initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI) et d'informatique et systèmes de production (ISP) et ceux de spécialité sciences de l'ingénieur des premières et terminales S sont réécrits conjointement par le même groupe technique disciplinaire. Débuté en 1999 à la demande du cabinet du ministre de l'Éducation nationale, Claude Allègre, la rédaction des programmes se poursuit lorsque Jack Lang s'installe rue de Grenelle. Ce travail nécessite trois ans d'efforts. La première étape se termine avec la parution des programmes en août 2000, mis en application un an plus tard à la rentrée 2001 comme le prévoit la charte des programmes. C'est finalement Luc Ferry<sup>1</sup>, universitaire et philosophe féru d'histoire, nommé ministre de l'Éducation nationale en mai 2002 qui valide « *en toute confiance* »<sup>2</sup> les documents d'accompagnement. Cette signature met fin à l'existence du groupe technique disciplinaire (GTD). Les documents d'accompagnement sont publiés en octobre 2002<sup>3</sup>, et comportent un guide d'équipement des laboratoires de sciences de l'ingénieur<sup>4</sup>. Cet immense travail a été mené par une équipe de professeurs, d'un inspecteur général secondé par deux inspecteurs pédagogiques régionaux sous la présidence d'un professeur des universités de l'université de technologie de Compiègne (annexe 13-1)<sup>5</sup>. Cet exemple montre une nouvelle fois que c'est à l'occasion d'une réforme d'envergure imposée par le système politique que l'enseignement de la technologie, contraint sur le plan organisationnel, se structure sur le plan pédagogique.

C'est à cette époque que la direction de l'enseignement scolaire met en œuvre de nouveaux outils de communication. Elle ouvre alors un espace d'échange sur son nouveau site Internet Eduscol sur lequel sont communiquées les synthèses académiques et toutes les contributions transmises, à titre individuel ou collectif, par les enseignants concernés par les réformes. Le programme de seconde ISI est testé pendant un an dans des établissements pilotes.

### 13.2.2 Un nouveau modèle graphique pour une approche système

De nombreuses innovations ressortent du travail du groupe technique disciplinaire (GTD). Il s'agit notamment de l'appellation « sciences de l'ingénieur ». Mais ce

---

<sup>1</sup> Luc Ferry est ministre de la jeunesse, de l'Éducation nationale et de la recherche du 9 mai 2002 au 30 mars 2004.

<sup>2</sup> Selon Brigitte Ferry, qui a présenté ce document à Luc Ferry au nom du groupe d'experts rédacteurs du programme et du document d'accompagnement, celui-ci reconnaît que la technologie n'est pas sa spécialité.

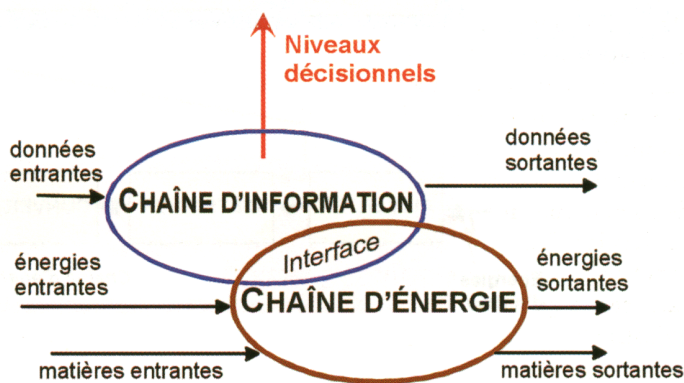
<sup>3</sup> MEN (2002). *Accompagnement des programmes. Initiation aux sciences de l'ingénieur. Informatique et systèmes de production. (Classe de seconde générale et technologique). Sciences de l'ingénieur (cycle terminal de la série scientifique)*. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP.

<sup>4</sup> Le budget initial d'investissement d'un laboratoire y est estimé à 140 000 €.

<sup>5</sup> Liste des membres du groupe d'experts sur les programmes scolaires des enseignements technologiques (2000-2002).

changement d'étiquette s'accompagne également d'une homogénéisation des contenus et des approches pédagogiques entre la classe seconde et celles de première et de terminale.

L'appellation « sciences de l'ingénieur » se double en effet de la proposition d'un modèle général d'un système pluritechnique (annexe 13-2, fig. 13-1)<sup>1</sup>. La mise au point de ce modèle et des applications qui en découlent résulte d'un travail collectif des professeurs du GTD. Ce modèle général apparaît dans le document d'accompagnement des programmes. Il témoigne de la volonté de développer une approche système afin de fournir des outils conceptuels à la démarche d'analyse et de conception. Ce modèle général montre les deux chaînes fonctionnelles en interrelation que comporte un système afin de remplir sa fonction (produire une valeur ajoutée) : une chaîne d'information ou partie décisionnelle qui agit sur des flux de données et une chaîne d'énergie ou partie active qui agit sur des flux de matière et d'énergie, une interface assurant les liaisons entre ces deux chaînes fonctionnelles.



**Figure 13-1 : modèle général d'un système pluritechnique (accompagnement des programmes, 2002, p. 55)**

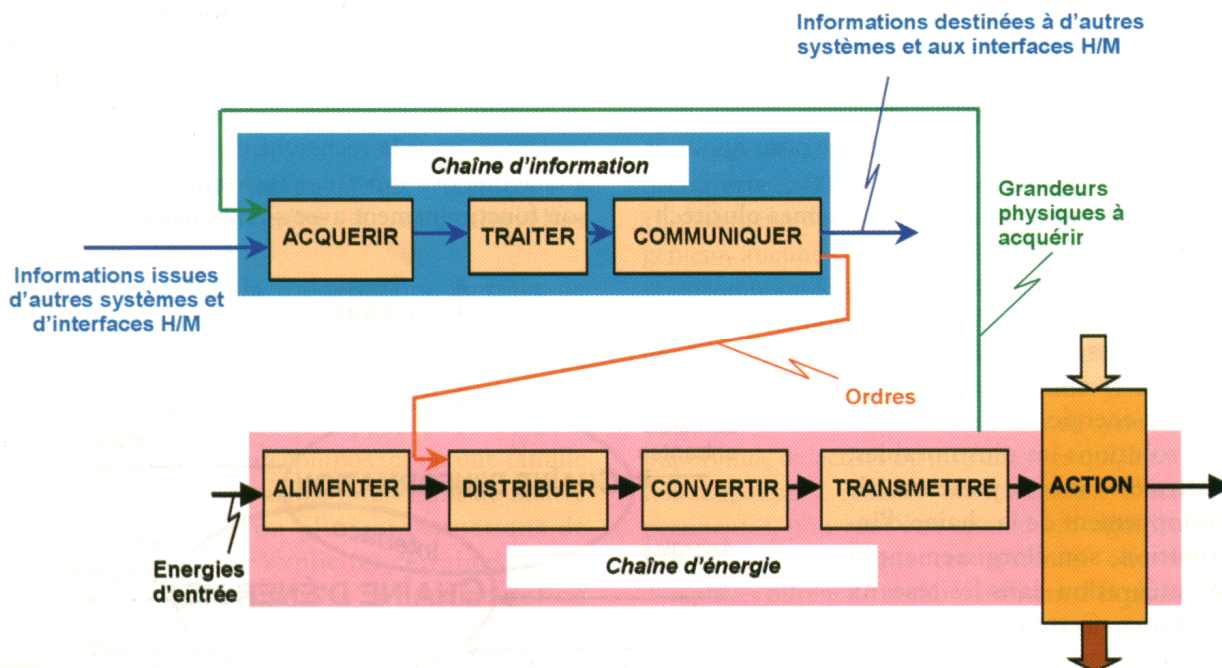
Ce modèle trouve un prolongement pédagogique adapté à l'analyse fonctionnelle interne par une représentation graphique qui distingue les fonctions génériques des chaînes d'information et d'énergie (annexe 13-3, fig. 13-2 *infra*)<sup>2</sup>.

Ce schéma qui représente un système bouclé, met en évidence son organisation fonctionnelle interne, notamment les fonctions génériques de la chaîne d'information (acquérir, traiter, communiquer) et de la chaîne d'énergie (alimenter, distribuer, convertir, transmettre et effectuer) ainsi que les liaisons entre les chaînes d'information et d'énergie définies par le modèle général. Ce schéma comporte des entrées et sorties vers son environnement. Il permet de décrire le fonctionnement de tout système agissant sur une matière d'œuvre matérielle : à partir des informations en provenance de l'extérieur du système et des comptes rendus sur l'état de la chaîne d'énergie (liaison de la chaîne d'énergie vers la fonction acquérir), la chaîne d'information élabore des ordres (liaison vers la fonction distribuer) à destination de la chaîne d'énergie dont la fonction est d'agir sur la matière d'œuvre.

<sup>1</sup> Annexe 13 : modèle général d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002).

<sup>2</sup> Annexe 13 : chaîne d'information et chaîne d'énergie d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002).

Ce schéma remplace celui utilisé précédemment pour la représentation d'un système automatisé sous forme d'une chaîne fonctionnelle constituée d'une chaîne d'action en liaison avec une chaîne d'acquisition (cf. § 12.3.1.). Il apparaît comme l'aboutissement des travaux initiés par une équipe de professeurs d'ENNA (Chabal et al, 1973)<sup>1</sup>, des réflexions et propositions de Lucien Gémard et de leurs prédécesseurs (cf. § 9.5.2.). En effet, il adjoint à la représentation fonctionnelle interne les entrées et sorties du système sous forme du triptyque information, énergie et matière (même si cette dernière n'est pas nommée, les flèches sont présentes). Une synthèse de ces représentations est proposée en 2007 (annexe 13-4)<sup>2</sup>.



**Figure 13-2 : chaîne d'information et chaîne d'énergie d'un système pluritechnique (accompagnement des programmes, 2002, p. 56)**

Ce schéma apparaît comme la face immédiatement visible de changements qui affectent également les méthodes d'enseignement. Les travaux du GTD cristallisent les évolutions et les expériences passées et installent des innovations pédagogiques. Notamment, le groupe d'experts introduit dans les programmes la réalisation de projets dans les deux cycles du lycée et l'organisation des enseignements par centres d'intérêt ainsi que l'a suggéré l'inspection générale des sciences et techniques industrielles.

### **13.2.3 Les programmes d'Initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI) en seconde**

Alors que les nouveaux programmes d'enseignement de détermination de la classe de seconde entrent en vigueur à la rentrée de 2000, ceux des enseignements de

<sup>1</sup> Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Annexe 13 : schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique, synthèse. Hamon Christian (2007). *La méthode SIEM*. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les produits pluritechnologiques.

détermination d'initiation aux sciences de l'ingénieur<sup>1</sup> ne débutent qu'à la rentrée suivante (septembre 2001)<sup>2</sup>.

Le nouveau programme de l'enseignement de détermination initiation aux sciences de l'ingénieur est en rupture avec celui de l'option TSA qu'il remplace. Approche globale et concrète des systèmes techniques, centres d'intérêt, démarches inductive et de projet sont privilégiés. Parmi les nouveautés, il faut noter l'approche externe et interne de l'étude de produit pluritechnique grand public de l'environnement quotidien des élèves.

Les programmes de seconde de technologie industrielle avaient introduit en 1981 l'étude des systèmes automatisés, les nouveaux programmes valorisent l'étude des systèmes de l'environnement quotidien qui correspondent mieux aux motivations et aux représentations des élèves. Les programmes précisent d'ailleurs que l'enseignement d'initiation aux sciences de l'ingénieur recherche « *l'épanouissement des élèves en développant leur ouverture d'esprit, leur sens critique, leur créativité et leur capacité d'initiative* ».

Le programme est présenté, sous forme de tableaux, en termes de compétences attendues, de savoirs et de savoir-faire associés (annexe 13-5)<sup>3</sup>. Les niveaux taxonomiques sont précisés, ce qui est nouveau en seconde. Quatre niveaux d'acquisition des savoirs et savoir-faire sont définis : 1 - Niveau d'information (l'élève sait « de quoi on parle ») ; 2 - Niveau d'expression (l'élève sait « en parler ») ; 3 - Niveau de maîtrise d'outils (l'élève sait « faire ») ; 4 - Niveau de la maîtrise méthodologique (l'élève sait « choisir »). Seuls les niveaux 1 et 2 concernent les élèves de seconde. Pour développer les compétences l'enseignement privilégie les démarches inductives. Les sciences de l'ingénieur en seconde reposent sur des activités menées en travaux pratiques et visent l'initiation à la conception et l'acquisition d'une culture technique basée sur la notion de fonction associant les solutions constructives et leurs comportements.

La formation des élèves s'organise selon trois axes principaux : l'architecture et le fonctionnement des produits et systèmes ; les composants, constituants et solutions constructives ; les langages, les représentations et les modèles. La formation sous forme de travaux pratiques s'appuie sur des dossiers techniques et pédagogiques. La structuration des acquis est organisée dans le cadre de centres d'intérêt tels que la fonction d'un produit, les chaînes d'énergie et d'information, la représentation graphique du réel, ou les notions d'environnement, d'esthétique, d'ergonomie et de prévention.

Le document d'accompagnement justifie les avantages des centres d'intérêt. Ceux-ci autorisent une gestion temporelle de la formation par cycles qui intègrent des travaux pratiques (TP), des travaux dirigés (TD) et des cours sur une problématique commune. Les centres d'intérêt permettent d'organiser avec les élèves des séances de travaux pratiques sur des systèmes différents mais structurés autour de thèmes d'apprentissages communs (annexe 13-6)<sup>4</sup>. Cette organisation permet de mettre fin à la pratique des TP tournants dont l'inconvénient majeur est d'imposer un délai de plusieurs semaines entre la

---

<sup>1</sup> Il en va de même pour les programmes de mesures physiques et informatique (MPI), les anciens informatique et électronique en sciences physiques et informatique et ceux de systèmes de production (ISP), auparavant dénommés « productique ».

<sup>2</sup> Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 2 du 30 août 2001, p. 38. Relatif aux programmes d'Initiation aux sciences de l'ingénieur et d'Informatique et systèmes de production, classe de seconde.

<sup>3</sup> Annexe 13 : présentation des programmes de seconde ISI en termes de compétences attendues.

<sup>4</sup> Annexe 13 : organisation pédagogique par centres d'intérêt.

réalisation des TP par les élèves et leur synthèse (correction) collective avec le professeur (annexe 13-7)<sup>1</sup>. Il en coûte en contrepartie beaucoup plus de travail de préparation par les professeurs.

Le programme est agencé en quatre chapitres : analyse fonctionnelle des produits ; solutions technologiques associées aux fonctions ; introduction aux états et au comportement des systèmes. Le quatrième chapitre est consacré à la définition de la mise en œuvre et de la réalisation d'un mini-projet par l'élève.

- Le chapitre « Analyse fonctionnelle des produits » reprend, sans la citer, les grands axes de la norme de l'analyse de la valeur. Étant en possession d'un dossier et en présence du produit à étudier, les élèves sont amenés à exprimer le besoin, définir le produit et la valeur ajoutée, à analyser l'organisation fonctionnelle du produit et à utiliser les outils d'expression de l'analyse fonctionnelle (FAST, actigramme).
- La partie du programme « Les solutions technologiques associées aux fonctions » s'appuie entièrement sur le schéma fonctionnel générique d'un système. Les élèves étudient et analysent le comportement des composants et constituants de la chaîne d'énergie (animer un mécanisme) et de la chaîne d'information (commander et contrôler un système). La découverte des solutions technologiques mises en œuvre par les concepteurs des différents systèmes est menée par des activités variées (localisation des composants dans le système, définition de la nature des flux, des caractéristiques des grandeurs d'entrées / sortie, montage et démontage, mise en œuvre d'outils informatiques pour la simulation du comportement des composants et dessin en 3D à l'aide de modeleur volumique).
- Le troisième volet du programme « Introduction aux états et au comportement des systèmes », prend également appui sur les chaînes d'énergie et d'information. Les élèves approfondissent leurs connaissances par la mise en œuvre de systèmes et de maquettes. Ils effectuent des câblages électrique ou pneumatique, implantent ou modifient un programme et vérifient la conformité de leur fonctionnement. Les élèves mobilisent les outils de description relevant de la représentation spatiale (modélisation des assemblages et guidages), temporel (GRAF CET, chronogrammes) et d'organisation structurelle (schémas).

Ces trois volets sont étudiés sur les deux premiers trimestres, alors que le troisième trimestre est consacré à la mise en œuvre d'un mini-projet, mené en groupe de trois à quatre élèves. La pédagogie de projet préconisée par le programme est l'occasion pour les élèves de mettre en pratique les connaissances acquises durant l'année, de valider leurs compétences en se confrontant aux réalités d'une réalisation concrète.

La mise en œuvre du mini-projet vise à faire acquérir des compétences générales comme communiquer au sein d'un groupe de travail, organiser son travail individuel et en groupe, rendre compte de son travail par écrit et oralement, répondre à une problématique, valider une réalisation simple, rechercher et partager des données informatiques. L'acquisition de ces compétences suppose des sujets réalisables et motivants. Cependant des dérives sont constatées, notamment lorsque les mini-projets qui supposent de mener un travail dont la solution n'est pas définie à l'avance prennent la forme d'une pédagogie de la redécouverte. Ainsi en est-il des mallettes didactiques

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : exemple de planning de travaux pratiques tournants.

dédiées aux mini-projets qui fournissent à la fois la problématique, la démarche et la solution au problème, y compris les dessins techniques et le matériel nécessaire à la réalisation de la solution.

Selon le document d'accompagnement, les sujets peuvent répondre à différentes problématiques, par exemple procéder à l'analyse concurrentielle et présenter de façon comparative deux produits ayant la même fonction, ou définir l'évolution d'un cahier des charges et réaliser des modifications techniques. La nature du projet doit permettre la motivation et l'implication de l'élève. Enfin, les différents projets étudient des sujets voisins pour permettre une émulation entre les groupes d'élèves. Les grandes lignes des contenus et des méthodes de l'initiation aux sciences de l'ingénieur de la classe de seconde sont reprises et développées dans la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S en première et terminale.

#### **13.2.4 La spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S**

La formation assurée dans la spécialité sciences de l'ingénieur au baccalauréat S s'adresse naturellement aux élèves désireux de poursuivre des études supérieures dans les formations d'ingénieurs ou de techniciens supérieurs.

Le nouveau programme d'enseignement des sciences de l'ingénieur de la série scientifique entre en application à compter de l'année scolaire 2001-2002<sup>1</sup> pour la classe de première. Comme pour l'initiation aux sciences de l'ingénieur de la classe de seconde, il y a rupture avec les programmes précédents. Ces nouveaux programmes proposent une approche nouvelle justifiée par un contexte économique de forte concurrence mondiale. Le préambule propose une définition des sciences de l'ingénieur :

*« Sciences de la conception et de la réalisation des systèmes inventés par l'homme [...] les sciences de l'ingénieur contribuent à répondre aux besoins en compétences scientifiques et techniques pour concevoir, produire et maintenir les produits de notre société ».*

La formation aux sciences de l'ingénieur est pluridisciplinaire et concerne les points communs et fondamentaux aux domaines de la mécanique, de l'automatique, de l'électrotechnique, de l'électronique et du traitement de l'information et des réseaux. Il s'agit notamment :

- des fonctions techniques associées à leurs solutions constructives pour satisfaire un besoin spécifié dans un cahier des charges ;
- de l'utilisation des modèles associés à ces fonctions pour l'étude scientifique des comportements ;
- de la mise en œuvre des langages et techniques de représentation des solutions réelles et du recours aux outils et démarches de conception des produits.

Ainsi la distinction génie électrique - génie mécanique des anciens programmes disparaît-elle. Cependant l'enseignement reste confié à deux professeurs distincts, en

---

<sup>1</sup> Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 3 du 30 août 2001, p. 71. Relatif aux programmes des sciences de l'ingénieur, classes de première et terminale.

génie électrique et en génie mécanique, qui assurent chacun une heure de cours en classe entière et trois heures de travaux pratiques en groupe.

Le programme des sciences de l'ingénieur du baccalauréat S reprend et développe les principaux éléments du programme de l'option de détermination initiation aux sciences de l'ingénieur de la classe de seconde : approche système basée sur le schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnique composé d'une chaîne d'information et d'une chaîne d'énergie ; approche externe et interne des fonctions techniques ; flux de matière, d'information et d'énergie.

Le programme est présenté à l'aide d'un tableau qui indique, pour chaque chapitre, les compétences attendues, les savoirs et savoir-faire associés et le niveau d'acquisition attendu selon une taxonomie identique à celle de la classe de seconde ISI. Cependant contrairement à la seconde, le niveau 3 « Niveau de maîtrise d'outils (l'élève sait "faire") » est évalué. Le programme est complété par un document d'accompagnement des programmes. Celui-ci propose aux professeurs, pour les travaux pratiques (TP), un découpage des quatre chapitres du programme en quarante-quatre thèmes de travaux répartis en douze centres d'intérêt. Chacun des thèmes de TP est accompagné de la description des compétences visées, des savoirs et savoir-faire associés, des supports à utiliser (produits, systèmes, composants, maquettes) et de commentaires qui précisent les activités élèves et les objectifs du TP.

L'organisation des TP est prévue de sorte que les deux groupes d'élèves d'une même division soient simultanément présents dans le même laboratoire avec les deux professeurs de génie électrique et de génie mécanique. Le travail en équipe des deux enseignants et la répartition des huit heures / élève en deux plages de quatre heures permet une organisation souple des séances d'activités pratiques (annexe 13-8)<sup>1</sup>.

La lecture attentive du programme et du document d'accompagnement permet de résumer la philosophie générale de l'enseignement des sciences de l'ingénieur. Celle-ci privilégie les démarches d'analyse et de synthèse des fonctions techniques des produits. Il s'agit pour les élèves d'acquérir, par une approche pluridisciplinaire des problèmes techniques, la capacité à comprendre et à expliciter le comportement réel des produits issus des milieux industriels ou de leur environnement quotidien. L'approche externe des fonctions techniques permet la compréhension globale des systèmes, l'approche interne amène l'élève à comprendre le fonctionnement et à rapprocher le comportement réel avec les principes, lois et modèles. Cette logique d'analyse de la complexité permet aux élèves l'acquisition progressive de la culture technique.

Il n'est plus nécessaire aux élèves d'avoir suivi l'enseignement d'initiation en seconde pour choisir la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S, ce qui est nouveau<sup>2</sup>. Le programme est conçu comme un ensemble qui s'articule sur les deux ans du cycle terminal du lycée. Il est structuré en quatre chapitres (analyse fonctionnelle, fonctions du produit, principes et comportements, représentation de réel) auxquels s'ajoute une partie définissant les conditions de mise en œuvre d'un projet pluritechnique encadré (PPE).

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : exemple d'organisation possible des huit heures hebdomadaires en première et terminale S sciences de l'ingénieur.

<sup>2</sup> Avant la réforme de 2001, les élèves désireux de suivre l'enseignement de technologie industrielle du baccalauréat S devaient impérativement suivre l'enseignement de TSA en seconde.



Le premier chapitre « Analyse fonctionnelle du produit » introduit l'analyse fonctionnelle et son rôle structurant dans la démarche de création d'un produit : définition du besoin, identification et ordonnancement des fonctions à remplir et architecture des systèmes.

Le second chapitre « Fonctions du produit » vise à l'acquisition de la culture des solutions constructives c'est-à-dire des constituants et des composants, Ce qui était le noyau dur de l'enseignement technologique, la construction mécanique, prend un caractère davantage fonctionnel. En effet, la démarche conduite est basée sur les méthodes de l'analyse fonctionnelle interne et s'appuie sur l'agencement des fonctions techniques. L'étude des solutions constructives est structurée par la présentation de l'organisation interne des systèmes en une chaîne d'information<sup>1</sup> et une chaîne d'énergie<sup>2</sup> (annexe 13-9)<sup>3</sup>. L'élève élabore des schémas, étudie et exploite des documents techniques et de représentation des solutions constructives.

Le troisième chapitre « Principes et comportement » complète l'étude des solutions constructives du précédent. Il permet aux élèves d'appréhender le fonctionnement des produits ou des systèmes. La démarche s'appuie sur les connaissances scientifiques (effets physiques, électriques, mécaniques,...) et des processus de base régissant le fonctionnement du système comme l'acquisition et le traitement de l'information. L'élève exploite l'outil informatique pour modéliser, simuler et calculer.

Le dernier chapitre « Représentation des produits pluritechniques » passe en revue les différents outils de la communication technique indispensables aux techniciens et aux ingénieurs (schémas et outils de représentation des solutions constructives en référence avec les normes). Là encore l'outil informatique est privilégié, notamment l'usage des modeleurs volumique 3D (annexe annexe 13-10)<sup>4</sup>, même si le croquis et le dessin à main levée restent des moyens indispensables pour communiquer un principe, une idée. L'utilisation des modeleurs volumiques s'inscrit dans le cadre d'une évolution industrielle majeure que l'inspecteur général Dominique Taraud (2002)<sup>5</sup> qualifie de « véritable "révolution culturelle" ».

La grande nouveauté des programmes réside dans le projet pluritechnique encadré (PPE), mis en œuvre dans le courant du deuxième semestre de la classe de terminale (trente heures environ). Ce projet donne lieu à une évaluation intégrée aux épreuves du baccalauréat. Il s'agit, à partir d'un cahier des charges, de produire une maquette, un prototype de pièce, une simulation, un dispositif de mesure, etc. auquel est associé un dossier d'une dizaine de pages. Le travail en équipe de trois à cinq élèves est structuré selon une démarche de projet de type ingénierie concourante qui va de l'idée à la réalisation concrète et à sa présentation orale. Le dossier collectif est complété par un

---

<sup>1</sup> Brysebout Claudine, Laurent Christian, Lauzier Michel, Prost Guy, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas (2003). *Terminales S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher.

<sup>2</sup> Bonis Marc (2001). *Présentation du référentiel et du livret d'accompagnement* - Groupe d'experts STI - Référentiel S.SI - Document de travail. Diaporama, vues 17 et 18.

<sup>3</sup> Annexe 13 : structuration de l'étude des solutions constructives (constituants, composants, logiciels) par l'organisation des systèmes en chaînes d'énergie et d'information.

<sup>4</sup> Annexe 13 : doigt issu d'un système Festo d'assemblage de taille-crayon.

<sup>5</sup> Taraud Dominique (2002). *Les modeleurs volumiques : Pourquoi et comment les utiliser dans l'enseignement technologique et professionnel*. Séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques « Comment former aux compétences de la conception ? », pp.109-124. Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem\\_99-00.htm](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_99-00.htm)

document dans lequel chaque élève décrit en une à deux pages son apport personnel aux travaux du groupe. Le PPE constitue une synthèse des apprentissages en sciences de l'ingénieur en classe de terminale. Le chapitre du document d'accompagnement des programmes consacré au PPE précise que celui-ci s'inscrit pleinement dans la formation et permet aux élèves d'exercer leur créativité et de développer des capacités de réflexion autonome et de travail en groupe. L'évaluation se déroule dans des conditions similaires à celle des travaux personnels encadrés (TPE). Une note sur 8 points est attribuée par les professeurs en charge des enseignements de sciences de l'ingénieur ayant encadré le projet, à laquelle s'ajoute une note sur 12 points attribuée par un jury à l'issue de la présentation orale. La note sur 20 est affectée d'un coefficient 2 et vient en complément de la note de l'épreuve pratique de « Mise en œuvre d'un système pluritechnique » affectée d'un coefficient 3.

Sur le plan des contenus (savoirs et savoir-faire) il est possible de dresser un bilan des évolutions des nouveaux programmes. L'analyse fonctionnelle est renforcée avec une référence explicite à la norme relative à l'expression fonctionnelle du besoin et au cahier des charges fonctionnel. Le diagramme FAST fait son apparition. Le moteur pas à pas est abandonné au profit du moteur asynchrone autopiloté. L'analyse structurelle des fonctions de l'électronique disparaît totalement. Ainsi l'étude de la chaîne d'acquisition, considérée comme une boîte noire, se résume-t-elle à l'analyse de la nature des entrées et sorties et de leurs caractéristiques. En mécanique, est ajoutée l'étude du comportement dynamique d'un solide. Enfin des mises à jour sont liées à l'évolution technologique, ce qui justifie l'apparition au programme des capteurs optiques, des microcontrôleurs et d'une importante partie réseaux, notamment l'étude des architectures Ethernet, Intranet et Internet.

Ainsi, avec cette réforme des programmes, la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S reste en prise directe avec son temps, il en va autrement des baccalauréats technologiques.

### **13.2.5 Réforme avortée des baccalauréats technologiques sciences et technologies industrielles (STI)**

Après l'instauration des sciences de l'ingénieur aux lycées général et technologique et la révision des programmes des classes préparatoires aux grandes écoles, tout le monde y compris les professionnels du secteur s'accorde sur l'urgence à rénover la filière des baccalauréats technologiques. En effet, la dernière véritable révision des programmes remonte à 1988 (cf. § 11.4.3.). Cette réforme est attendue, c'est « *urgent et nécessaire* », comme le précise l'inspecteur général Jean-Paul Chassaing (2005)<sup>1</sup>. Mais, prévue pour la rentrée 2008, elle ne verra le jour que trois ans plus tard.

En 2004, François Fillon, ministre de l'Éducation nationale, demande à la DGESCO (direction générale de l'enseignement scolaire) de réformer les voies technologiques. La réforme des baccalauréats technologiques de sciences et technologies industrielles (STI) est mise en chantier dans le courant de l'année 2005 par un groupe de travail, ou groupe

---

<sup>1</sup> Chassaing Jean-Paul (2005). *Les rénovations en génie électrique. La filière génie électrotechnique*. In Claudine Larcher, Joël Lebeaume et Nathalie Magneron (Eds). Séminaire de didactiques des sciences expérimentales et des disciplines technologiques - Mutations actuelles des sciences et techniques - Évolution de leur enseignement et de leur diffusion - Refondation à venir. 2004-2005. (p. 41-54). Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem\\_04-05.htm](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_04-05.htm)

d'experts, composé d'une quinzaine de personnes, inspecteurs, universitaires et professeurs. Lors d'un séminaire, Jean-Paul Chassaing<sup>1</sup> évoque les grandes lignes de la rénovation à venir. Il s'agit d'organiser l'enseignement autour d'une application pédagogique (TP, analyses, études) constituée d'un système ou d'un ouvrage placé dans un contexte particulier, et en relation avec les domaines de la matière et des structures, de l'information et de son traitement, et de l'énergie et de sa gestion. L'inspecteur général insiste sur la nécessité d'établir un lien entre l'humain et ces trois domaines (énergie, matière, information), et notamment sur le rapport existant « *entre l'usage qu'il y a des systèmes (moyens, produits ou services) et l'utilité tournée vers l'humain dans différents contextes.* ».

Au début de l'année 2007, le groupe d'experts remet son projet de programmes en vue de leurs applications dès la rentrée 2008. Il est prévu de rebaptiser la série « sciences et technologies industrielle » en série « sciences et technologies de l'ingénieur » et de ramener les spécialités et options de douze à six (annexe)<sup>2</sup> : création et réalisation de produits (CRP) ; information et réseaux (IR) ; énergie et environnement (EE) ; architecture et construction (AC) ; design et arts appliqués (DAA) ; ingénierie des systèmes automatiques (ISA).

La réforme engagée vise à lutter contre la désaffection de la voie technologique en lui assurant une meilleure lisibilité et une ouverture plus large vers l'enseignement supérieur. La volonté d'attirer une population féminine est également affirmée. La réforme s'inscrit dans un cadre général qui vise à valoriser les formations et les carrières des domaines scientifique et technique. Il est ainsi prévu d'élargir les possibilités de poursuite d'études vers les licences professionnelles, les masters et les formations d'ingénieur. Pour cela, il faut simplifier la structure de la voie technologique, en actualiser les contenus, notamment les programmes de technologie industrielle et de sciences physiques et chimiques appliquées.

De larges consultations sont menées dans les académies. Les enseignants sont invités à renseigner des questionnaires qui accompagnent les projets de programmes et de grilles horaires<sup>3</sup> des six spécialités. Les consultations sont organisées par les recteurs et les inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux (IA - IPR). Dans l'académie de Versailles, le courrier adressé aux chefs d'établissement par le recteur<sup>4</sup> précise que « *compte tenu de l'importance de cette rénovation, le souci d'associer le plus grand nombre d'enseignants doit prévaloir pour l'organisation de la consultation.* ». Les synthèses académiques sont établies sous la conduite des IA - IPR puis retournées à la Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO). Le 23 mars 2008, le site Internet de l'académie d'Orléans - Tours affiche : « *C'est officiel : les 6 nouveaux BAC STI seront en place pour la rentrée 2008* »<sup>5</sup>. Cette annonce péremptoire montre une fois de plus comment l'évolution de l'enseignement technologique est tributaire de choix qui le dépassent. En effet, malgré les efforts déployés et l'accord de principe qui semblait se

---

<sup>1</sup> Chassaing Jean-Paul (2005). *Op. cit.*

<sup>2</sup> Annexe 13 : sciences et technologies de l'ingénieur, six spécialités au lieu de douze spécialités et options.

<sup>3</sup> La consultation n'inclut pas le projet de grille horaire.

<sup>4</sup> Boissinot Alain (2007). *Consultation sur les projets de programmes de la voie « Sciences et technologies de l'ingénieur ».*

<sup>5</sup> Site de l'académie de d'Orléans Tours

[http://www.ac-orleans-tours.fr/sti/spip/article.php3?id\\_article=567](http://www.ac-orleans-tours.fr/sti/spip/article.php3?id_article=567)

dégager parmi les professeurs, la réforme n'aura finalement pas lieu, du moins pas en 2008. Après les élections présidentielles de mai 2007, le nouveau gouvernement décide de faire mieux avec moins et instaure une politique de révision générale des politiques publiques (RGPP) qui touche l'ensemble des ministères. La volonté de réduire les dépenses publiques fait craindre le pire. Ainsi Norbert Perrot, inspecteur général et futur doyen des sciences et techniques industrielles<sup>1</sup>, croit-il nécessaire de manifester dans les colonnes de la revue *Technologie & Formation* (Perrot, 2007)<sup>2</sup> son inquiétude dans un langage choisi : « *Il semble aujourd'hui difficile au système éducatif français de ne pas prendre en compte les atouts de la voie technologique. Mais sait-on jamais ?* ». Une réforme des baccalauréats est prévue, soit la rénovation de la voie technologique s'inscrit dans ce nouveau schéma, soit les baccalauréats technologiques disparaissent. En 2009, les réformes du ministre de l'Éducation nationale, Xavier Darcos<sup>3</sup>, sont repoussées et ce sera finalement Luc Chatel<sup>4</sup> qui poussera « *la réforme du lycée* » et l'instauration d'un baccalauréat STI2D en 2011. Dans le même temps, l'enseignement des sciences industrielles dans les classes préparatoires connaît des évolutions.

### 13.3 Les évolutions dans les classes préparatoires

Dans le droit fil des évolutions du baccalauréat scientifique, les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs (CPGE) sont réécrits. Ils paraissent en 2003<sup>5</sup> pour les classes de première année et en 2004<sup>6</sup> pour les classes de deuxième année. Aucun bouleversement n'est à signaler, il s'agit plus d'une mise à jour que d'une réforme. La présentation sur deux colonnes, connaissances et compétences, est conservée. Les changements se produisent en douceur. Néanmoins, la classe préparatoire technologie et sciences industrielles (TSI) va connaître de véritables changements et, dès la parution des nouveaux programmes, la mise en œuvre de nouvelles méthodes pédagogiques est à l'ordre du jour. C'est ainsi que les nouveaux textes seront l'occasion d'introduire la notion de centre d'intérêt tandis que la formation s'oriente vers une démarche ingénieur.

#### 13.3.1 Des changements en douceur

Comme pour les sciences de l'ingénieur au lycée, l'approche système devient la règle. Les programmes intègrent le schéma fonctionnel générique d'un système constitué d'une chaîne d'énergie et d'une chaîne d'information. L'analyse fonctionnelle est

---

<sup>1</sup> Norbert Perrot est nommé doyen du groupe sciences et techniques industrielles de l'inspection générale de l'Éducation nationale à compter du 1<sup>er</sup> septembre 2008 en remplacement de Jacques Perrin.

Arrêté du 19 juin 2008. BO n° 27 du 3 juillet 2008. Nomination. Doyens des groupes permanents et spécialisés de l'inspection générale de l'Éducation nationale.

<sup>2</sup> Perrot Norbert (2007). Éditorial. *Technologies & Formations*, 132, 3.

<sup>3</sup> Ministre délégué à l'enseignement scolaire du 17 juin 2002 au 30 mars 2004, puis ministre de l'Éducation nationale du 18 mai 2007 au 22 juin 2009.

<sup>4</sup> Ministre de l'Éducation nationale du 23 juin 2009 au 13 novembre 2010, puis ministre de l'Éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative à compter du 14 novembre 2010.

<sup>5</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2003. BO hors série « Organisation et programme des Classes préparatoires aux grandes écoles » n° 6 du 28 août 2003 volume 11, p. 1358. Programme de première année des classes préparatoires scientifiques, mathématiques, physiques et sciences de l'ingénieur (MPSI), physique, chimie et sciences de l'ingénieur (PCSI), physique, technologie et sciences de l'ingénieur (PTSI).

<sup>6</sup> Arrêté du 14 juin 2004. BO hors-série n° 6 du 16 septembre 2004. Volume 13-2, p. 1757 / 1764 / 1773. Programmes de seconde année de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires mathématiques, physique (MP), physique et sciences de l'ingénieur (PSI), physique et technologie (PT).

renforcée. Celle-ci prend en compte à la fois l'étude externe et interne des systèmes, notamment par le recours aux outils d'analyse de la valeur des fonctions techniques. Les outils de description fonctionnelle FAST et SADT sont inscrits aux programmes de toutes les filières contenant des enseignements de sciences industrielles pour l'ingénieur. En PTSI (physique, technologie et sciences de l'ingénieur), la « *construction mécanique* » (conception et fabrication) devient « *conception et réalisation des ensembles mécaniques* ». L'ensemble des programmes est marqué par le développement des outils informatiques.

### 13.3.2 Quand les classes préparatoires TSI montrent la voie

Les grands changements se produisent dans la filière TSI (technologie et sciences industrielles), réservée aux titulaires du baccalauréat technologique. Les nouveaux textes réglementaires instaurent la fin de la dichotomie génie mécanique / génie électrique dont les programmes sont remplacés par des « *programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur* »<sup>1</sup>. Mais les changements ne s'arrêtent pas là. Comme dans les programmes du lycée, la rédaction sous forme de tableau met en avant les compétences à acquérir par les étudiants et précise les niveaux d'acquisition attendus :

« *Le programme est écrit en termes de compétences à atteindre auxquelles sont associés les savoirs et savoir-faire correspondants. Les niveaux de maîtrise des savoirs et savoir-faire sont spécifiés suivant la taxonomie décrite page suivante.* » (annexe 13-11)<sup>2</sup>.

Les contenus développés par les programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur de la TSI sont réorganisés en quatre chapitres : Analyse fonctionnelle (S1) ; Fonctions du produit (S2) ; Comportement des systèmes : outils et modèles (S3) ; Représentation des produits pluritechniques et démarche de conception (S4). Le chapitre S2 et, dans une moindre mesure, le chapitre S3 sont structurés autour du schéma fonctionnel générique d'un système. Par exemple : S2 Fonctions du produit ; S23 - Transmettre l'énergie ; S232 ; Les composants mécaniques de transmission ; Caractérisation cinématique de la transmission : mobilité, loi d'entrée-sortie, réversibilité. ». De même, le chapitre S2 traite des fonctions « Convertir l'énergie », « Acquérir et traiter l'information ;... » tandis que le chapitre aborde la chaîne d'énergie, S3 Comportement des systèmes : outils et modèles ; S31 - La chaîne d'énergie ; ... Le livret d'accompagnement des programmes qui paraît en 2005<sup>3</sup> reprend le schéma générique, mais sous une forme non canonique. En effet, les fonctions « acquérir, traiter et communiquer » sont représentées de sorte que les informations circulent de droite à gauche. De plus, et c'est sans doute la caractéristique de ce schéma, la chaîne d'énergie comporte un double fléchage, de gauche à droite et de droite à gauche, mettant en

---

<sup>1</sup> Arrêté du 4 juillet 2005. JORF 16 juillet 2005, texte 21. Relatif aux programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur pour les classes préparatoires de première et seconde année de technologie et sciences industrielles (TSI).

<sup>2</sup> Annexe 13 : rédaction des programmes des classes préparatoires TSI (technologie et sciences industrielles) sous forme de compétences, de savoirs et savoir-faire correspondants et niveaux taxonomiques associés.

<sup>3</sup> Bergmann Claude (2005). *Repères pour la formation CPGE TSI Classes préparatoires aux grandes écoles Technologie et sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale.

évidence la potentielle réversibilité de cette chaîne fonctionnelle (annexe 13-12)<sup>1</sup>. Enfin, les programmes de TSI proposent « *l'organisation pédagogique autour de centres d'intérêts* »<sup>2</sup>. Ces évolutions, dont on relève des traces dans les séminaires dédiés aux sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires aux grandes écoles, préfigurent celles à venir dans les autres classes préparatoires.

### 13.3.3 Centres d'intérêt et démarche ingénieur

Comme pour les classes de seconde TSA au milieu des années 1980, les séminaires organisés par l'inspection générale pour les classes préparatoires sont l'occasion de faire le point sur les programmes, de présenter des innovations pédagogiques et d'émettre des recommandations. Ainsi les notions de centre d'intérêt et démarche ingénieur apparaissent-elles à partir de 2006.

En 2006, lors d'un séminaire de réflexion sur l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur en classes préparatoires MPSI (mathématique, physique et sciences de l'ingénieur) et PCSI (physique, chimie et sciences de l'ingénieur), Hervé Riou (2006)<sup>3</sup> professeur de sciences industrielles pour l'ingénieur au lycée Chaptal propose une définition des centres d'intérêt<sup>4</sup> : « *Ensemble d'activités permettant d'atteindre un niveau d'opérationnalité dans un champ de savoir, d'outils et de compétences donnés.* ». Le futur président de l'UPSTI<sup>5</sup> précise que « *l'organisation par centres d'intérêt constitue une piste intéressante* » pour l'enseignement des sciences industrielles en MPSI et PCSI.

Dans ces filières (MPSI et PCSI), les étudiants n'abordent ni la conception, ni la fabrication, mais seulement certaines étapes du cycle de vie des systèmes complexes industriels. Dans ce cadre une nouvelle démarche d'analyse est proposée par Hervé Riou. L'objectif est d'analyser, de modéliser et de vérifier les performances de ces systèmes. L'étudiant doit ainsi être capable de définir le besoin du « *système souhaité* », c'est-à-dire de définir les fonctions de service attendues de ce système ; de valider le « *système réel* » en situation d'utilisation, c'est-à-dire de s'assurer que les fonctions de service sont bien réalisées ; de définir les exigences techniques du « *système simulé* » pour modéliser les fonctions de service. Cette démarche doit permettre de mettre en évidence à l'aide des outils appropriés (mesures, modélisations) les écarts entre les fonctions de service attendues, réelles et simulées (annexe 13-13)<sup>6</sup>. Comme le montrent Luc Launay<sup>7</sup>, IA - IPR de l'académie de Nantes, et Jean-Marie Reynaud, professeur de sciences industrielles pour l'ingénieur au lycée Chevroliier d'Angers, lors d'un exposé,

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : particularités du schéma générique d'un système en classe préparatoire TSI (technologie et sciences industrielles).

<sup>2</sup> La notion de centre d'intérêt n'est pas précisée. Tout au plus le texte indique-t-il : « *pour une période donnée, [le centre d'intérêt] constitue une démarche facilitant la coordination entre les domaines technologiques enseignés.* ».

<sup>3</sup> Riou Hervé (2006). *Exemple d'organisation de Cours, TD et TP en MPSI / PCSI*. Séminaire de réflexion sur la PT. Diaporama. 15 décembre 2006. Paris : CERPET.

<sup>4</sup> Les centres d'intérêt ne sont que cités dans le guide d'accompagnement de la filière PTSI - PT pour guider les choix des matériels didactiques (maquettes, systèmes, etc.).

<sup>5</sup> Hervé Riou devient président de l'Union des professeurs de sciences et techniques industrielles (UPSTI) en mai 2009.

<sup>6</sup> Annexe 13 : écarts entre les fonctions de service attendues, réelles et simulées.

<sup>7</sup> Launay Luc, Reynaud Jean Marie (2006). *L'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels*. Séminaire national PT. 15 décembre 2006. Diaporama. Paris : CERPET.

cette nouvelle démarche peut également s'inscrire dans le cadre plus large de la conception de systèmes pratiquée en sciences industrielles pour l'ingénieur avec les élèves de PTSI (physique, technologie et sciences de l'ingénieur) et PT (physique et technologie) (annexe 13-14)<sup>1</sup>. En 2009, la démarche est affinée. Elle est alors présentée par Hervé Riou (2009)<sup>2</sup> comme « *la démarche associée en Sciences de l'Ingénieur [...] la démarche ingénieur* » (annexe 13-15)<sup>3</sup>. La démarche ingénieur s'attache à mesurer les écarts entre le système souhaité par le cahier des charges, le système réel et le système modélisé afin d'analyser et de concevoir des systèmes complexes.

#### **13.3.4 Une conception scientifique plus affirmée des sciences de l'ingénieur**

L'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur vise à faire acquérir aux étudiants les compétences qui relèvent de la démarche ingénieur. Il s'agit de :

« ... vérifier les performances attendues d'un système complexe [...] élaborer et valider une modélisation à partir d'expérimentations [...] prévoir les performances d'un système à partir d'une modélisation [...] analyser et concevoir des solutions technologiques »<sup>4</sup>.

Dès lors, les sciences de l'ingénieur se situent au carrefour des sciences, des activités scientifiques expérimentales et de la technologie.

En citant le recteur René Blanchet (2009)<sup>5</sup> : « *Il n'y a pas de sciences sans technologie et il n'y a pas de technologie sans sciences* », le groupe sciences et techniques industrielles (STI) de l'inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN) révèle une conception bien précise de la technologie et de l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur. Il expose son point de vue en détail en 2009 lors d'un séminaire<sup>6</sup>. Pour lui, la technologie « *science de l'artificiel* » ne se confond pas avec la science (annexe 13-16)<sup>7</sup> mais s'appuie sur les outils théoriques et les modèles mis en place par les sciences. De la même façon, les sciences de l'ingénieur recourent aux outils des domaines des mathématiques, des sciences physiques, de la mécanique, de l'automatique et des différents génies. L'objectif de l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur est de mettre en œuvre des démarches et des méthodes transposables à tous les systèmes et d'un domaine à un autre. Il s'agit de permettre aux étudiants d'aborder avec méthode et rigueur l'analyse de systèmes complexes industriels et de leur comportement. Les démarches sont à la fois scientifique et expérimentale (observation, hypothèse, modélisation, mesurage, validation), technologique (représentation, conception, réalisation), de projet (objectif, stratégie, planification, mise

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : l'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels dans la filière PT des classes préparatoires.

<sup>2</sup> Riou Hervé (2009). *Former les ingénieurs de demain avec les sciences industrielles pour l'ingénieur*. Diaporama. Paris le 9 juillet 2009.

<sup>3</sup> Annexe 13 : la démarche ingénieur.

<sup>4</sup> Séminaire sur l'enseignement des sciences pour l'ingénieur en CPGE, sous la responsabilité de Norbert Perrot, inspecteur général de l'Éducation nationale, doyen du groupe STI et de Claude Bergmann, inspecteur général de l'Éducation nationale. 9 juillet 2009. Paris : CERPET.

<sup>5</sup> Blanchet René (2009). *Académie des Sciences*. Nice le 12 janvier 2009.

<sup>6</sup> Séminaire sur l'enseignement des Sciences pour l'ingénieur en CPGE, sous la responsabilité de Norbert Perrot, inspecteur général de l'Éducation nationale, doyen du groupe STI et de Claude Bergmann, inspecteur général de l'Éducation nationale. 9 juillet 2009. Paris : CERPET.

<sup>7</sup> Annexe 13 : les différences entre technologie et sciences selon l'inspection générale des sciences et techniques industrielles (STI).

en œuvre, bilan), d'investigation (observation, recherche, identification) et de résolution de problèmes techniques (réflexions, actions). Cet ensemble de démarches (annexe 13-17)<sup>1</sup> rapproche l'enseignement technologique de l'enseignement scientifique, mais leur mise en œuvre au travers de la démarche ingénieur se prête mal à un enseignement déductif. C'est la raison pour laquelle l'inspection générale recommande une nouvelle stratégie pédagogique.

### 13.3.5 Une nouvelle stratégie pédagogique

Dans le contexte de la démarche ingénieur, les travaux pratiques permettent de structurer l'organisation pédagogique de l'enseignement et d'opérationnaliser les compétences. Ainsi, même si le cours magistral de haut niveau continue d'avoir sa place dans la formation, il n'est plus une finalité en soi, mais doit, au même titre que les travaux dirigés, être mis au service de la démarche ingénieur. En 2009, cette nouvelle organisation pédagogique n'est encore inscrite dans aucun texte officiel. Mais les recommandations de l'inspection générale des sciences et techniques industrielles sont clairement définies<sup>2</sup>. La stratégie pédagogique consiste à répartir le programme en plusieurs centres d'intérêts structurant chacun un cycle de TP d'une période de trois à cinq semaines, avec une séance de synthèse. Les centres d'intérêt ne sont pas imposés, ils peuvent être la simple déclinaison du programme. Hervé Riou (2009)<sup>3</sup> préconise de laisser le choix aux enseignants de les définir en « *liaison forte* » avec la « *démarche ingénieur de modélisation, de prévision et de validation de performances des systèmes complexes* ». L'acquisition des compétences est alors prévue selon une progression annuelle avec un découpage des connaissances à transmettre et des capacités à développer en cours et en travaux dirigés en lien avec les centres d'intérêt. Cette approche pédagogique est identique à celle préconisée dans le guide d'accompagnement des sciences de l'ingénieur des classes de lycée. Cependant, dans les classes préparatoires, la cohérence des activités pédagogiques organisées en centres d'intérêt suppose de confier l'ensemble des enseignements de sciences de l'ingénieur à un professeur unique, agrégé de mécanique ou de génie électrique alors qu'au lycée, les enseignements de sciences de l'ingénieur sont dispensés par deux professeurs de génie électrique et de génie mécanique (cf. 13.2.4).

Cette organisation pédagogique présage-t-elle d'un l'alignement futur de la spécialité de sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique sur celle des classes préparatoires ? Ce qui est certain c'est que la décennie 2000 est marquée par une homogénéisation de l'enseignement de la technologie.

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : définition des différentes démarches (scientifique, expérimentale, technologique, de projet, d'investigation et de résolution de problèmes techniques) selon l'inspection générale STI.

<sup>2</sup> Séminaire sur l'enseignement des Sciences pour l'ingénieur en CPGE, sous la responsabilité de Norbert Perrot, inspecteur général de l'Éducation nationale, doyen du groupe STI et de Claude Bergmann, inspecteur général de l'Éducation nationale. 9 juillet 2009. Paris : CERPET.

<sup>3</sup> Riou Hervé (2009). *Former les ingénieurs de demain avec les Sciences industrielles pour l'ingénieur*. Diaporama. Paris le 9 juillet 2009.



## 13.4 L'usage des outils d'analyse fonctionnelle, les programmes, les manuels et les épreuves d'examens, témoins de l'homogénéisation de l'enseignement de la technologie

L'instauration de documents d'accompagnement se révèle un élément nouveau très important dans la diffusion des contenus d'enseignement. Ainsi les manuels parus après les programmes édités en 2000 mais avant la publication du document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur publiés en 2002 (seconde et baccalauréat S) ne font-ils pas référence au nouveau schéma fonctionnel générique d'un système (cf. § 13.2.2). Ce n'est qu'à partir de 2003 que les manuels popularisent ce nouvel outil de représentation graphique des systèmes.

### 13.4.1 La représentation fonctionnelle des systèmes avant 2002

Les manuels parus avant l'édition du document d'accompagnement reprennent le schéma d'une chaîne fonctionnelle préconisé par les anciens programmes parus en 1992 (cf. § 12.7.1). Cependant, sans doute conscients des insuffisances de ce schéma, les auteurs y ajoutent-ils quelques compléments comme le repérage des interfaces de dialogue chez l'éditeur Casteilla<sup>1</sup> ou la matérialisation des échanges d'information et d'énergie chez Foucher<sup>2</sup> (annexe 13-18)<sup>3</sup>. De la même façon, les éditions Hachette<sup>4</sup> réutilisent l'ancien schéma en proposant en plus une version de l'organisation de la partie opérative qui s'apparente à la chaîne d'énergie générique des nouveaux programmes (annexe 13-19)<sup>5</sup>.

Avec les nouveaux programmes, le matériel grand public réapparaît dans les manuels de seconde (lecteur de DVD, télévision numérique, avion, téléphone portable, vélo à assistance électrique...). L'ensemble des éditeurs présente des outils de représentation fonctionnelle stabilisés. Bridée en matière de représentation graphique pendant près de dix ans, la classe de seconde rattrape son retard, et bête à cornes (annexe 13-20)<sup>6</sup>, diagramme des intertacteurs (annexe 13-21)<sup>7</sup> et diagramme FAST (annexe 13-22)<sup>8</sup> apparaissent dans les ouvrages. On assiste même au retour de la SADT chez l'éditeur Delagrave (annexe 13-23)<sup>9</sup>. Ce dernier reprend pour l'occasion l'exemple

<sup>1</sup> Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla.

<sup>2</sup> Benielli François, Cerato Gilles (2001). *Première et terminale STI Automatique Informatique industrielle*. Paris : Foucher.

<sup>3</sup> Annexe 13 : version améliorée du schéma d'une chaîne fonctionnelle, version 1992 (avec interface de dialogue, ou repérage des échanges d'information et d'énergie).

Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla. Benielli François, Cerato Gilles (2001). *Première et terminale STI Automatique Informatique industrielle*. Paris : Foucher. (p 19).

<sup>4</sup> Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation.

<sup>5</sup> Annexe 13 : partie opérative qui s'apparente à une chaîne d'énergie générique.

Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave.

Denud Bertrand, Gosse Jean-François, Lepercq Martial, Puech Laurent, Sevin Bernard (2005). *2<sup>de</sup> Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Nathan Technique.

<sup>6</sup> Annexe 13 : bête à cornes dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée.

<sup>7</sup> Annexe 13 : diagramme des intertacteurs dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée.

<sup>8</sup> Annexe 13 : diagramme FAST dans les manuels de seconde.

<sup>9</sup> Annexe 13 : actigramme SADT dans un manuel de seconde.

du store automatique, avec « l'inévitable » erreur dans la formulation de sa fonction (annexe 13-24)<sup>1</sup> qui devient « *Positionner le store* » (cf. § 11.6.6 et § 12.6.1). Certains éditeurs proposent des synthèses des outils d'analyse. Il s'agit alors de présenter un récapitulatif des méthodes et des outils graphiques qui les accompagne (annexe 13-25)<sup>2</sup>. L'exercice est parfois périlleux, notamment quand les auteurs tentent de mixer les méthodes. Ainsi en est-il d'un manuel qui utilise un organigramme pour mettre l'accent sur le déroulement des étapes d'une analyse de la valeur. L'expression du besoin permet, à partir de la fonction d'usage, de choisir le produit et de définir sa fonction globale. Celle-ci permet, elle-même, de rechercher les fonctions de service et d'estime, utilisées pour définir les fonctions principales et contraintes ! Cet organigramme est complété par un diagramme FAST type qui permet, à partir de la fonction globale et des fonctions de service de définir les fonctions techniques, puis les solutions techniques. Sur la page en regard de ces deux figures, est donné en exemple le diagramme FAST d'un système d'arrosage, décliné en une fonction globale, une fonction principale et des fonctions et solutions techniques. La comparaison de ces trois documents révèle une certaine confusion dans la dénomination des fonctions, induite par le mixage de méthodes d'origine différente : fonctions d'usage et globale de l'analyse systémique, fonction de service et d'estime de l'analyse de la valeur et fonctions principales et contraintes telles que définies dans la méthode APTE (annexe 13-26)<sup>3</sup>.

#### **13.4.2 Le schéma générique chaîne d'énergie - chaîne d'information de l'approche système**

Le schéma générique de la représentation d'un système selon une chaîne d'énergie et une chaîne d'information est proposé dans le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée en 2002 (cf. § 13.2.2). Initialement destiné aux enseignements de sciences de l'ingénieur des classes de seconde, de première et de terminale, ce schéma devient rapidement un outil privilégié à tous les niveaux de formation. Il apparaît alors soit dans les programmes, soit dans les documents d'accompagnement. Ce schéma générique est introduit dans les enseignements de BTS en 2003<sup>4</sup> puis est repris en 2004 dans les nouveaux programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires aux grandes écoles de la filière physique - technologie (PT)<sup>5</sup>. Son usage est ensuite suggéré dans les programmes du collège de 2008 qui précisent : « *On pourra proposer une schématisation élémentaire par blocs fonctionnels de ces deux chaînes.*»<sup>6</sup>. Ce schéma est ensuite

---

<sup>1</sup> Annexe 13 : analyse fonctionnelle et fonction d'un store automatique.

<sup>2</sup> Annexe 13 : synthèse des méthodes d'analyse fonctionnelle et outils qui les accompagnent.

<sup>3</sup> Annexe 13 : un mélange des genres entre trois méthodes qui aboutit à des confusions.

Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave.

<sup>4</sup> MEN (2003). *BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques. Livret d'accompagnement Repères pour la formation et l'évaluation*. Ministère de l'Éducation nationale.

<sup>5</sup> Arrêté du 14 juin 2004. BO hors-série n° 6 du 16 septembre 2004. Volume 13-2, p. 1757 / 1764 / 1773. Programmes de seconde année de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires mathématiques, physique (MP), physique et sciences de l'ingénieur (PSI), physique et technologie (PT).

<sup>6</sup> Arrêté du 9 juillet 2008. BO spécial n° 6 du 28 août 2008. Programmes des enseignements de mathématiques, de physique - chimie, de sciences de la vie et de la terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège.

intégré aux documents ressources du collège qui paraissent l'année suivante<sup>1</sup> (annexe 13-27)<sup>2</sup>. Sa popularisation est ensuite assurée par les manuels et les épreuves d'examens.

### 13.4.3 La diffusion d'un nouvel outil de description fonctionnelle.

Dès 2003 le schéma fonctionnel générique d'un système est repris dans les manuels de sciences de l'ingénieur en seconde ISI (Nathan) et en première et terminale SI (Foucher et Hachette). Le schéma est également repris dans un manuel de première année de sciences industrielles pour l'ingénieur de classes préparatoires<sup>3</sup>. La version proposée en est la plus aboutie avec la représentation des matières d'œuvres d'entrée et de sorties ainsi que des frontières du système. Dans les manuels de technologie pour le collège, les représentations et les modèles des systèmes pluritechniques sont introduits dans l'enseignement dès la classe de sixième. Le schéma générique n'apparaît cependant que dans la collection de manuel antérieurement dirigée par Norbert Perrot. Cette introduction se fait d'une façon progressive, le schéma de la chaîne d'énergie apparaît d'abord seul en classe de sixième (Bittighoffer et al, 2006)<sup>4</sup>, puis l'ensemble du schéma générique est repris en classe de quatrième (Bittighoffer et al. 2009)<sup>5</sup> mais de manière segmentée (annexe 13-28)<sup>6</sup>.

Ce schéma est proposé en 2003 dans un sujet « 0 » de la nouvelle épreuve écrite étude d'un système pluritechnique du baccalauréat S, puis régulièrement utilisé lors des épreuves de ce même baccalauréat, soit pour présenter le système étudié (béquille de moto en 2003, porte de tramway en 2004, coffre à ouverture et fermeture assistée électriquement de la Peugeot 607 en 2006) soit comme document réponse à compléter avec une machine de tri postal en 2007 (annexe 13-29)<sup>7</sup>. Il est utilisé dans les mêmes conditions lors des épreuves de travaux pratiques de mise en œuvre d'un système pluritechnique au baccalauréat S de la spécialité sciences de l'ingénieur. La version présentée en annexe (annexe 13-30)<sup>8</sup> réunit tous les éléments clés d'une représentation fonctionnelle : entrées à gauche et sorties à droites, délimitations des frontières du système et des chaînes d'information et d'énergie, détail des liaisons (ordres et comptes rendus) entre les fonctions génériques. Cette présentation, la plus aboutie, permet à la fois de représenter les flux d'information, d'énergie et de matière et de décrire fonctionnellement, temporellement et technologiquement le fonctionnement du système.

Le succès du schéma générique est incontestable. De plus, la chaîne d'information du schéma générique, composée des fonctions génériques acquérir, traiter,

---

<sup>1</sup> MEN Eduscol DEGESCO (2009). *Collège - Technologie – Ressources pour faire la classe*. Direction générale de l'enseignement scolaire – bureau des programmes d'enseignement. MEN Eduscol DEGESCO. <http://eduscol.education.fr/cid47510/ressources.html>

<sup>2</sup> Annexe 13 : utilisation du schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique à tous les niveaux de l'enseignement de la technologie du collège aux classes préparatoires.

<sup>3</sup> Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles pour l'ingénieur Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher.

<sup>4</sup> Bittighoffer Vincent, Perrot Norbert, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2006). *Technologie, 6<sup>ème</sup>*. Paris, Nathan

<sup>5</sup> Bittighoffer Vincent, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2009). *Technologie 4<sup>ème</sup>*. Paris : Nathan.

<sup>6</sup> Annexe 13 : diffusion du schéma fonctionnel générique d'un système dans les manuels scolaires.

<sup>7</sup> Annexe 13 : le schéma fonctionnel générique et le baccalauréat S, spécialité sciences de l'ingénieur, épreuve écrite.

<sup>8</sup> Annexe 13 : le schéma fonctionnel générique et le baccalauréat S, spécialité sciences de l'ingénieur, épreuve de travaux pratiques.

communiquer, suffit seule à représenter les systèmes de traitement de l'information. Cependant la forme aboutie du schéma générique ne met pas fin aux innovations pédagogiques en matière de représentation fonctionnelle des systèmes. En effet, ce schéma souffre d'un défaut. Il n'est valable que pour les systèmes agissant sur une matière d'œuvre matérielle et ne convient pas pour les systèmes agissant sur une matière d'œuvre énergétique (éolienne ou onduleur par exemple). Dans ce cas, chaque système ou famille de système possède une organisation fonctionnelle propre, ce qui empêche toute tentative de schéma générique. Cette limite repose à nouveau la question de la formation à l'élaboration et à l'utilisation des schémas fonctionnels.

### **13.5 L'accélération du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie**

La décennie 2000 est marquée par une très forte homogénéisation des éléments qui composent l'enseignement de la technologie dans l'enseignement secondaire et supérieur. Cela provoque un rapprochement des méthodes pédagogiques et des activités proposées aux élèves et aux étudiants. L'unification reste cependant incomplète car dépendante de l'opportunité d'une réforme. Les années 2000 révèlent cependant l'état d'avancement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie et le chemin à parcourir pour qu'elle soit définitivement considérée comme une discipline pleine et entière d'enseignement de culture générale.

#### **13.5.1 Une mission harmonisée reconduite**

La fin de la décennie 2000 est marquée par la révision des programmes de technologie au collège en 2008 (cf. § 2.1.2) qui achève ainsi un cycle de réécriture, débuté pour la classe de seconde en 2000, poursuivie en lycée et en BTS puis en classes préparatoires sous la responsabilité du groupe des sciences et techniques industrielles (STI) de l'inspection générale. Les changements affectent principalement les contenus et l'organisation de l'enseignement de la technologie. Ses missions évoluent peu : il s'agit, au lycée, de développer une culture technologique et d'attirer davantage de jeunes vers les enseignements scientifiques et technologiques supérieurs. Les modifications qui l'affectent ont lieu à l'occasion de réformes générales des structures et / ou de réécritures des programmes d'enseignement. Elles se font par touches successives et sont introduites à des époques et pour des niveaux différents avant d'être généralisées à tout ou partie des enseignements de la technologie.

#### **13.5.2 Une dénomination et une organisation partagées**

Sur la forme, le changement d'étiquette de la technologie vers les sciences de l'ingénieur permet une référence commune aux sciences de l'ingénieur dans la voie d'excellence du baccalauréat scientifique et des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur. Il s'accompagne d'une organisation spatiale semblable. Les salles de classes et les ateliers laissent la place à des laboratoires organisés en zones d'activités au lycée et en classes préparatoires (PTSI - PT) et en îlots au collège. Les programmes se proposent de faire acquérir des compétences. Seule la codification des acquisitions selon des niveaux taxonomiques prédéterminés fait encore défaut pour l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur des filières PT, PSI et MP des classes préparatoires.

### 13.5.3 Des méthodes pédagogiques et des outils en commun

Sur le fond, la principale innovation pédagogique est l'organisation des activités (cours, TD et TP) autour de centres d'intérêt portant sur un thème unique. Ceux-ci, présents dans les classes préparatoires PTSI et PT depuis 1995, sont recommandés au lycée dès 2002, « *la construction des cycles de travaux pratiques autour des centres d'intérêt constitue une tâche fondamentale pour l'équipe pédagogique.* »<sup>1</sup>. L'harmonisation des stratégies pédagogiques se généralise par l'intégration des centres d'intérêt dans les programmes des classes préparatoires de TSI (2005), la recommandation de leur usage dans les filières PSI des classes préparatoires (2006) et leur inscription dans les programmes de collège (2008).

Une part importante des contenus d'enseignement s'harmonise. À tous les niveaux, les enseignements débutent par les notions d'analyse fonctionnelle des produits (analyse du besoin et fonctions attendues) tandis que les outils graphiques de description fonctionnelle sont introduits en classes préparatoires dans l'ensemble des enseignements de sciences industrielles pour l'ingénieur. Les concepts du triptyque matière, énergie et information sont omniprésents dans les programmes et structurent les apprentissages. L'approche systémique pour l'étude de constatation et de conception des produits débute à un niveau élémentaire au collège et s'appuie, à tous les niveaux d'enseignement, sur un schéma générique qui révèle l'organisation fonctionnelle des systèmes selon une chaîne d'énergie et une chaîne d'information en interrelation.

Quel que soit le niveau d'enseignement, les outils sont similaires. L'utilisation de maquettes didactiques, de systèmes réels instrumentés ou équipés de points de mesures, accompagnés de dossiers pédagogiques et techniques, permet des acquisitions en autonomie. L'usage des technologies de l'information et de la communication se banalise. Enfin, le recours aux modeleurs volumiques<sup>2</sup> et à la simulation numérique se généralise du collège à l'enseignement supérieur ce qui conduit à une déréalisation des travaux pratiques (Jean-Paul Louis, 2005)<sup>3</sup>.

Pour terminer, la démarche de projet se généralise. Présente au collège depuis 1990<sup>4</sup>, elle est instaurée en classe de seconde en 2000 mais avec des différences, il s'agit alors de mener un mini-projet au dernier trimestre. En 2001 un projet personnel encadré (PPE) en classes de terminale S au deuxième semestre. Dans les classes préparatoires aux grandes écoles, les travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE) sont pratiqués depuis 1996. Le projet apparaît comme un moyen de motivation des élèves, de développement de l'autonomie, d'apprentissage du travail collaboratif et de synthèse des acquis. Il donne lieu à des présentations orales et multimédias.

Cet ensemble d'éléments caractérise l'enseignement de la technologie du début du XXI<sup>e</sup> siècle. Une homogénéisation des contenus et des méthodes se réalise progressivement ce qui accrédite l'idée d'une volonté du groupe STI de l'inspection

---

<sup>1</sup> Document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002).

<sup>2</sup> Logiciel de dessin en trois dimensions (3 D).

<sup>3</sup> Louis Jean-Paul (2005). *Curricula, pré-requis le cas d'une science pour l'ingénieur : l'EEA. Témoignage.* In Claudine Larcher, Joël Lebeaume et Nathalie Magneron (Eds). Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques. Mutations actuelles des sciences et techniques - Évolution de leur enseignement et de leur diffusion - Refondation à venir. 2004-2005. (pp. 67-92). Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem\\_04-05.htm](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_04-05.htm)

<sup>4</sup> La réalisation sur projet.

générale de conférer à la technologie une unité curriculaire à l'image des disciplines scientifiques (calcul formel pour les mathématiques, enseignement expérimental pour la physique chimie par exemple). Cependant la généralisation de démarches empruntés à l'enseignement scientifique (résolution de problèmes ou investigation) apparaît relever « *d'une approche strictement pédagogique, une nouvelle façon de faire ou d'animer les séances, voire une nouvelle façon d'apprendre* » (Joël Lebeaume, 2011)<sup>1</sup>. Dans le cas de l'enseignement de la technologie, se pose alors la question, sans réponse actuellement, de l'efficacité de telles démarches sans racines épistémologiques.

Il reste des évolutions nécessaires pour que la technologie soit reconnue comme une discipline pleine et entière d'enseignement de culture générale.

#### **13.5.4 La technologie à la croisée des chemins**

Malgré l'accélération de l'homogénéisation de l'enseignement de la technologie, celui-ci n'offre pas encore le visage cohérent que l'on peut attendre d'une discipline scolaire. La réforme, une nouvelle fois repoussée, des baccalauréats technologiques laisse planer un doute sur l'avenir de cette voie, longtemps restée au carrefour des enseignements professionnel et technique. Il faudra attendre la prochaine réforme du baccalauréat et un nouveau cycle de réécriture de programmes pour que la démarche ingénieur soit installée en classe de première et de terminale. Enfin l'unicité de l'enseignement technologique ne pourra se réaliser véritablement qu'avec un corps professoral unique. Il s'agit là de nouveaux défis qui s'inscrivent pleinement dans les préoccupations du moment. En effet, comme le précise Svein Sjoberg (2002)<sup>2</sup>, dans une société contemporaine dominée par la science et la technologie :

*« Les citoyens consommateurs doivent prendre des décisions en matière d'alimentation et de santé, à propos de la qualité et des caractéristiques des produits, des annonces publicitaires, ... [...] être en mesure de juger du bien-fondé des arguments avancés sur un certain nombre de sujets - dont beaucoup ont des dimensions scientifiques ou technologiques. »* (p. 4).

L'Académie des technologies, dont la devise est « *Pour un progrès raisonné, choisi et partagé* », fêtera ses 10 ans en 2010<sup>3</sup>. Promotrice de l'enseignement intégré des sciences et technologie (EIST) initié au collège en 2006 dans le sillage de « *La main à la pâte* », cette jeune académie témoigne à la fois de la place toujours plus grande dans la société prise par la technologie et de son rapprochement avec la science. Ainsi la technologie se trouve-t-elle à l'heure d'une orientation stratégique, soit en se tournant vers une intégration à l'enseignement scientifique, soit en privilégiant un développement autonome.

---

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (2011a). *Investigation et technologie Questions et problèmes didactiques*. Séminaire « Démarche d'investigation en Technologie » IUFM de Lyon, 7 et 8 avril 1011.

<http://iufm.univ-lyon1.fr/pse/wp-content/uploads/2011/11/Conference-Investigation-et-technologie-J-LEBEAUME-PSELYON7avril2011.pdf>

<sup>2</sup> Sjoberg Svein (2002). L'enseignement scientifique et technologique en Europe : défis du moment et solutions possibles. Bulletin international de l'enseignement scientifique et technologique et de l'éducation environnementale de l'UNESCO. *Connexion*, XXVII, 3, 1-5.

<sup>3</sup> L'Académie des technologies a été créée le 12 décembre 2000 à l'initiative de l'Académie des sciences. Celle-ci avait mis en place depuis 1982 un Conseil des applications de l'Académie des sciences, organisme paritaire entre scientifiques et applicateurs industriels.

<http://www.academie-technologies.fr/fr/presentation/rid/8/rtitle/missions.html>



---

École doctorale n° 180 « SHS »

---

**Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation  
depuis la Libération.**

---

Christian HAMON

---

Thèse de doctorat, sciences de l'éducation,  
sous la direction de M. LEBEAUME Joël, Professeur des Universités.

---

Soutenue le 19 juin 2012

---

Membres du jury :

Pr. Jacques GINESTIÉ	Université d'Aix-Marseille
Pr. Pierre KAHN	Université de Caen
Pr. Jean-Louis MARTINAND	ENS Cachan
Pr. Philippe GIRARD	Université Montesquieu Bordeaux IV
Pr. Pierre LAMARD	Université de technologie de Belfort-Montbéliard
Pr. Joël LEBEAUME	Université Paris Descartes
Pr. Jean-Jacques LESAGE	ENS Cachan
M. Dominique TARAUD	Inspecteur général de l'Éducation nationale STI

---

**Thèse - Volume III / V**

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Laboratoire Éducation et Apprentissage (EDA).  
Équipe d'accueil (EA 4071) du département sciences humaines et humanités de  
l'Université Paris Descartes. Sorbonne Paris Cité.  
Centre Universitaire des Saints-Pères. 45, rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06.

## V - L'achèvement du processus de disciplinarisation

### 14. L'après-2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Le paradigme de la démarche de l'ingénieur

Le début du XXI<sup>e</sup> siècle est marqué par le dépassement du nombre symbolique de sept milliards d'êtres humains sur la planète<sup>1</sup>. Dès les premières lignes, le programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal de la série scientifique<sup>2</sup> relève les enjeux et les défis liés à ce phénomène et fixe des objectifs pour les années suivantes en termes de formation d'ingénieurs et de chercheurs :

*« Notre société devra relever de nombreux défis dans les prochaines décennies. Les démographes annoncent une forte croissance de la population mondiale, répartie inégalement sur les territoires. Il faudra donc proposer des réponses aux besoins fondamentaux des hommes, tels que l'accès à l'eau, à l'énergie, à l'alimentation, à l'habitat, au transport, à la santé, à l'éducation et à l'information.*

*Pour satisfaire ces besoins, la recherche de solutions devra se faire dans un contexte environnemental contraint, au sein d'une concurrence économique internationale et avec la nécessité d'assurer un développement durable pour tous.*

*La réponse à ces défis passe inévitablement par la formation d'ingénieurs et de chercheurs aux compétences scientifiques et technologiques pluridisciplinaires de haut niveau, capables d'innover, de prévoir et maîtriser les performances des systèmes<sup>3</sup> complexes, en intégrant les grandes questions sociétales et environnementales. » (p. 1).*

Ainsi, « dans un contexte international de plus en plus marqué par la mondialisation qui s'étend aussi à l'éducation »<sup>4</sup>, la pression de la situation économique et des questions du développement durable est réaffirmée (cf. § 13). Dans le domaine de l'automobile par exemple les enjeux de société légitiment l'enseignement de la technologie. En effet, il ne s'agit plus de construire des voitures mais de concevoir et de mettre au point des véhicules propres, économes en énergie, composés de matériaux recyclables, tout en assurant une fiabilité et une sécurité des passagers maximum, ce qui exige de la part des concepteurs de nouvelles compétences et des savoir-faire élargis.

---

<sup>1</sup> Une petite fille, nommée Danica May Camacho née le 30 octobre 2011 aux Philippines, a été officiellement désignée « 7 milliardième terrienne » par l'Organisation des Nations Unies (ONU).

<sup>2</sup> Arrêté du 21 juillet 2010. BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique.

[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_9/21/7/sciences-ingenieur\\_155217.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_9/21/7/sciences-ingenieur_155217.pdf)

<sup>3</sup> Un système est une association structurée d'éléments ayant des relations entre eux. Il a été conçu dans le but de répondre à un besoin. Il est caractérisé par la nature de : ses éléments constitutifs et des interactions entre ceux-ci ; ses éléments environnants et des interactions de ceux-ci avec le système.

<sup>4</sup> Aiache Jacques, Chabard Dominique (2011). *Rapport du groupe de travail « compétences »*. Conférence des Grandes Écoles (CGE). 1<sup>er</sup> septembre 2011. [http://www.cge.asso.fr/cadre\\_actua.html](http://www.cge.asso.fr/cadre_actua.html)



Au lycée, l'enseignement de la technologie est profondément bouleversé à partir de 2011, notamment par les nouvelles orientations des contenus de sciences de l'ingénieur en seconde et au baccalauréat scientifique, et par la rénovation en profondeur du baccalauréat technologique industriel avec la création du baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D). Ces changements s'inscrivent dans la réforme de structure du système éducatif, de l'école jusqu'à l'université (cf. § 1.1) et contribuent, comme le précise le doyen de l'inspection générale des sciences et techniques industrielles Norbert Perrot (2001c)<sup>1</sup>, à « *la mise en cohérence des enseignements de technologie du cycle 3 de l'école aux CPGE* ». Toujours selon le doyen, « *Comme pour les autres disciplines, il s'agit de mettre en place un véritable continuum de la formation technologique.* ». Celui-ci trouve des prolongements dans les grandes écoles d'ingénieur, et dans les universités avec les licences professionnelles et les masters sciences de l'ingénieur. Le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie entre ainsi dans sa phase d'achèvement. La réforme des Certificats d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) et des agrégations de mécanique et des différents génies (mécanique, électrique et civil) confirme cette phase.

## **14.1 Les classes préparatoires aux grandes écoles en mouvement**

Selon le doyen Norbert Perrot (2011a)<sup>2</sup> : « *Malgré une hausse continue (10 % environ en huit ans) des effectifs en CPGE scientifiques, les grandes écoles n'arrivent pas à pourvoir toutes leurs places.* ». Pour améliorer le recrutement, il est prévu une ouverture des classes préparatoires à un public plus large notamment aux élèves titulaires du nouveau baccalauréat de sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D). Les rénovations en cours ou envisagées s'inscrivent dans cette perspective. L'expérience de la rénovation des classes préparatoires TSI (technologie et sciences industrielles, cf. § 13.3.2) doit être étendue aux classes préparatoires ATS pour techniciens supérieurs.

Les rénovations en cours dans les sciences industrielles préfigurent les orientations des CPGE et des grandes écoles, notamment la généralisation d'une démarche « compétences »<sup>3</sup>. En effet, l'introduction des compétences est à l'ordre du jour dans les grandes écoles (ingénieurs, vétérinaires et management) et les classes qui préparent aux concours d'entrée dans ces écoles. Cela doit se traduire à terme par le déploiement de la démarche « compétences » dans les programmes, la formation et l'évaluation lors des concours. C'est ce que demandent des organismes de tutelle comme les ministères de l'Éducation nationale et de la recherche, d'accréditation comme la commission des titres d'ingénieurs (CTI) par exemple ou encore des organismes internationaux comme l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

### **14.1.1 La rénovation des classes préparatoires ATS**

---

<sup>1</sup> Perrot Norbert (2011c). L'enseignement de la technologie Du cycle 3 de l'école aux CPGE, que d'évolutions ! *Technologie sciences industrielles*, 176, 2-4.

<sup>2</sup> Perrot Norbert (2011a). Journée pédagogique. Plan National de Formation Chefs de Travaux. Diaporama, 17 mars 2011.

<sup>3</sup> Aiache Jacques, Chabard Dominique (2011). *Rapport du groupe de travail « compétences »*. Conférence des Grandes Écoles (CGE). 1er septembre 2011. [http://www.cge.asso.fr/cadre\\_actua.html](http://www.cge.asso.fr/cadre_actua.html)

Il est prévu une évolution des classes préparatoires spéciales de technologie industrielle pour techniciens supérieurs ATS (classe de technologie industrielle pour techniciens supérieurs, réservée aux titulaires du BTS ou du DUT). Un nouveau programme de sciences industrielles est mis en discussion à la rentrée 2011<sup>1</sup>. Il est particulièrement adapté aux classes mécanique - génie électrique, les plus nombreuses parmi les classes ATS<sup>2</sup>, et doit remplacer les anciens programmes de 2004.

Ce programme prévoit une structuration en quatre parties<sup>3</sup> : analyse fonctionnelle ; fonctions du produit ; comportement des systèmes (les outils et les méthodes) ; représentation des produits. À ces connaissances sont associées huit macro-compétences : analyser ; concevoir ; modéliser ; résoudre ; expérimenter ; valider ; optimiser ; communiquer (annexe 14-1)<sup>4</sup>. Ce programme s'aligne ainsi sur celui de TSI, (cf. § 13.3.2), seuls les savoirs sur les démarches de conception, de réalisation et de qualification en étant absentes. Le programme d'ATS vise cependant un nombre de compétences plus important que celui de TSI, mais la définition des niveaux taxonomiques d'acquisition des compétences sont en tous points semblables.

En attendant la mise en place de ces nouveaux programmes, Christel Izac (2011)<sup>5</sup>, IA-IPR STI de l'académie de Nantes, fait des recommandations dans l'air du temps. Ainsi malgré la répartition des contenus construits sur la base de deux champs disciplinaires (génie mécanique et génie électrique) pris en charge par deux enseignants de spécialité différente, l'objectif est de ne « *faire qu'une seule discipline* » aux yeux des étudiants. Pour atteindre cet objectif l'inspection générale des STI préconise la description des objectifs à atteindre par l'étudiant en terme de compétences à maîtriser et une organisation de la formation par cycles structurés autour de centres d'intérêt visant la réponse à une problématique ou l'acquisition d'une compétence générale. De plus l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur doit être élaboré autour de travaux pratiques (TP) sur des systèmes pluritechnologiques, les cours et travaux dirigés (TD) étant au service de la démarche ingénieur et non plus une finalité. Ainsi définie, la stratégie pédagogique des classes préparatoires ATS devient commune avec celle des filières plus classiques MP, PT et PSI (cf. § 13.3.3 à 13.3.5).

#### **14.1.2 La réaffirmation d'une démarche pédagogique spécifique en sciences industrielles pour l'ingénieur et évolutions**

La fin de l'année scolaire 2011 est l'occasion pour l'inspection générale des sciences et techniques industrielles de faire le point sur les évolutions en cours dans

---

<sup>1</sup> Note de présentation. Projet d'arrêté relatif au nouveau programme de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires scientifiques de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS). Ce projet est disponible sur le site du SNES : <http://www.snes.edu/Projet-de-programme-de-SII-en-ATS.html> (consulté le 14 décembre 2011).

<sup>2</sup> Selon Christel Izac (2011), Il y a environ 35 classes ATS en 2011-2012, la décision d'ouverture et de fermeture qui relève des recteurs est fonction du nombre d'étudiants. Il y aurait ainsi à la rentrée 2011 : 29 classes ATS en mécanique - génie électrique ; 2 en chimie - génie des procédés ; 2 en biologie ; 1 en génie civil et 1 en droit et commerce (nouvelle filière).

Izac Christel (2011). *Enseignement des SII en ATS*. Diaporama. Séminaire CPGE du 6 juillet 2011. Paris.

<sup>3</sup> Le programme de 2004 était découpé en trois parties disciplinaires : mécanique générale ; étude des systèmes mécaniques ; électrotechnique et électronique.

<sup>4</sup> Annexe 14 : connaissances et macro-compétences associées en classes préparatoires ATS (projet de programme 2011).

<sup>5</sup> Izac Christel (2011). *Enseignement des SII en ATS*. Diaporama. Séminaire CPGE du 6 juillet 2011. Paris.

l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE).

Lors d'un séminaire, l'inspecteur général Claude Bergmann (2011)<sup>1</sup> intervient notamment sur le domaine de la simulation des systèmes. Dans le cadre de la démarche de l'ingénieur, l'émergence de la modélisation est favorisée par l'arrivée de nouveaux logiciels multidomaine, capables de simuler des systèmes pluridisciplinaires, c'est-à-dire constitués de composants à la fois électrique, mécanique, thermique ou hydraulique (annexe 14-2)<sup>2</sup>. Basés sur l'analogie entre grandeurs physiques, ces logiciels mettent en œuvre des constantes (masses, résistances), des variables d'effort *across* (ou potentielles) telles que des différences de potentiels, des vitesses angulaires, des températures et des variables de flux *through* (ou traversantes) telles que des courants, des forces, des couples. Le produit des variables *across* et *through* est équivalente à la puissance transmise au sein du système.

Dans le même temps, le rôle des travaux pratiques et des centres d'intérêt est réaffirmé. Jacques Aiache, professeur de CPGE<sup>3</sup> le rappelle (2011)<sup>4</sup>, lors des travaux pratiques « *une organisation pédagogique en centres d'intérêt* » doit développer les compétences des étudiants de classes préparatoires. Il s'agit d'acquérir la démarche ingénieur de modélisation, de prévision et de validation de performances des systèmes complexes. En d'autres termes, il s'agit de développer les macrocompétences définies dans le programme d'ATS (cf. *supra*) : analyser ; modéliser ; résoudre ; simuler ; valider ; optimiser. Pour compléter cette panoplie, Séverine Blanc-Serrier, professeure agrégée de génie mécanique en CPGE<sup>5</sup> propose lors du même séminaire la définition de nouvelles compétences dédiées à la caractérisation du « *savoir-être ingénieur* » : être autonome, prendre des initiatives ; respecter les règles de vie, les consignes propres à la structure qui vous accueille ; s'intégrer, écouter, argumenter, échanger, transmettre au sein d'un groupe ; exercer une vision critique sur les démarches, les protocoles expérimentaux, les résultats...

Le séminaire est l'occasion de préciser la notion de « *continuum* » entre les classes préparatoires et les grandes écoles. Celle-ci suppose la généralisation de l'approche par compétences. Dans ce domaine, les sciences industrielles pour l'ingénieur font figure de pionnière.

### **14.1.3 Une orientation généralisée des grande écoles et classes préparatoires vers les compétences**

---

<sup>1</sup> Bergmann Claude (2011). *Enseigner les sciences de l'Ingénieur en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource\\_fiche.asp?num\\_ressource=1074](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource_fiche.asp?num_ressource=1074)

<sup>2</sup> Annexe 14 : simulation du comportement d'un moteur à courant continu.

<sup>3</sup> Jacques Aiache est professeur de sciences industrielles pour l'ingénieur au Lycée Louis le Grand de Paris et coanimateur du groupe de travail « Compétences » réuni par la Conférence des grandes écoles

<sup>4</sup> Aiache Jacques (2001). *L'approche par compétences en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource\\_fiche.asp?num\\_ressource=1074](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource_fiche.asp?num_ressource=1074)

<sup>5</sup> Blanc-Serrier Séverine (2001). *Méthodologie pour définir son organisation pédagogique en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource\\_fiche.asp?num\\_ressource=1074](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressource_fiche.asp?num_ressource=1074)

Suite aux demandes de différents organismes<sup>1</sup>, un groupe de travail<sup>2</sup>, réuni par la Conférence des grandes écoles (CGE), a planché sur le déploiement de la « démarche compétences » dans les grandes écoles d'ingénieur et les classes préparatoires. Un rapport est remis fin 2011<sup>3</sup>. Deux objectifs ont présidé aux travaux de ce groupe :

« ... faire l'état des réflexions les plus significatives sur la démarche 'compétences' et des pratiques pédagogiques actuelles [...] proposer des évolutions des pratiques d'enseignement et des modalités d'évaluation, tant en Classe Préparatoire qu'en école. » (p. 2).

Le constat est fait qu'il existe en CPGE une grande diversité d'avancement concernant la démarche compétences et donc des pratiques pédagogiques. Les sciences industrielles apparaissent très en pointe en la matière. Cependant, faute d'approfondissement et d'illustration, l'évaluation des compétences est apparue au groupe comme une « limite majeure », tandis que certains membres ont exprimé des réserves sur la possibilité d'appliquer l'approche « compétences » aux mathématiques et à la physique en classes préparatoires. Le groupe s'est attaché à définir le concept de compétence mais sans que cela puisse être un obstacle à l'avancement de la démarche. Il a finalement retenu trois définitions :

« ... 'connaissances, capacités, attitudes', 'connaissances, aptitudes, attitudes' ou même, à la rigueur, 'savoirs, savoir-faire, savoir-être' avec mise en œuvre efficace dans une situation parfois inédite et souvent complexe. » (p. 3).

Cette volonté d'aboutir à un consensus ne masque cependant pas les difficultés voire les contradictions inhérentes à l'approche par compétences, notamment l'articulation entre contenus et compétences (François Audigier et Nicole Tutiaux-Guillon, 2008)<sup>4</sup>. Ainsi le texte rédigé par les rapporteurs pointe « Une difficulté majeure à résoudre réside dans l'évaluation des compétences attendues. ». En effet, cette problématique s'avère particulièrement prégnante dans un système où la sélection s'établit sur la base des connaissances.

Dans un environnement de formation concurrentiel, et malgré des difficultés pour parvenir à des recommandations consensuelles, le groupe de travail a établi une liste de propositions d'actions thématiques portant sur les grandes écoles, les concours et les autres processus de recrutement dans les grandes écoles, visant à conforter le « système classes préparatoires - grandes écoles ». Parmi ces propositions figure la réalisation d'un bilan de l'existant par niveau d'admission (première année, seconde année) sur la base d'une grille d'évaluation<sup>5</sup>, la mise en œuvre de « l'approche par compétences » dans les cursus de formation « conformément aux référentiels

---

<sup>1</sup> Organismes de tutelle (ministères), d'accréditation (CTI, CEFDG, AACSB, EFMD) et internationaux (OCDE).

<sup>2</sup> 107 personnes inscrites (écoles d'ingénieurs, écoles de management, associations de professeurs de CPGE, inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN) et organismes institutionnels) ont reçu les programmes des réunions et autres documents et participé ou non aux travaux.

<sup>3</sup> Aiache Jacques, Chabard Dominique (2011). *Rapport du groupe de travail « compétences »*. Conférence des Grandes Écoles (CGE). 1<sup>er</sup> septembre 2011. [http://www.cge.asso.fr/cadre\\_actua.html](http://www.cge.asso.fr/cadre_actua.html)

<sup>4</sup> Audigier François, Tutiaux-Guillon Nicole (2008). *Contenus et compétences*. Bruxelles : De Boeck.

<sup>5</sup> Quelles sont les compétences attendues par les écoles ? Quelles compétences attendues les épreuves évaluent-elles ? À défaut d'une formalisation de ces compétences attendues, quelles autres compétences testent-elles ? Les compétences testées sont-elles socialement neutres (entre boursiers et non boursiers ? Entre hommes et femmes ?)

d'accréditation » ou encore de réfléchir à l'évolution des épreuves de concours, en utilisant pour cela l'approche par compétences.

Dans ce contexte, la Commission des titres d'ingénieurs (CTI), favorable à une « démarche consistant à définir les objectifs de formation en termes de compétences attendues »<sup>1</sup> a proposé aux écoles d'ingénieurs une liste de neuf « acquis de la formation » (annexe 14-3)<sup>2</sup>, qui se déploient autour de trois dimensions : scientifique et technique, économique et industrielle, personnelle et culturelle. Cette liste indicative a pour but d'aider les écoles dans leur démarche de mise en application des standards européens. La Commission des titres d'ingénieurs<sup>3</sup> précise que :

« La formulation de ces connaissances, capacités ou compétences est aménagée et explicitée avec les adaptations nécessaires dans les objectifs de formation présentés par les écoles dans la fiche du Répertoire National des Certifications Professionnelles (RNCP)<sup>4</sup> établie pour les formations concernées. Elles sont reprises, développées et complétées dans le supplément individuel au diplôme d'ingénieur propre à chaque diplômé. » (p. 27).

Ainsi à terme, l'approche par compétences aura conquis l'ensemble des enseignements de technologie de l'école à l'enseignement supérieur. Les mutations en cours des classes préparatoires aux grandes écoles s'inscrivent dans un mouvement d'ensemble à la fois comme la cause et dans le prolongement des changements intervenus au collège mais aussi au lycée, en seconde, dans la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique et dans le nouveau baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D).

La mission des enseignements technologiques et de sciences de l'ingénieur est de drainer une nouvelle population vers les classes préparatoires scientifiques et les écoles d'ingénieurs et de participer ainsi à la démocratisation de ces formations. Selon une analyse présentée par Norbert Perrot (2011a)<sup>5</sup>, celles-ci peinent encore à faire le plein en 2010 (annexe14-4)<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Commission des titres d'ingénieurs (2010). *Références et Orientations. Compléments sur les critères de qualité des formations, Rapport de la CTI à l'issue de la campagne d'habilitation 2008-2009*. Cahier complémentaire. Partie 3, janvier 2010.

[http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/Cahier\\_Complementaire\\_2009\\_20100205\\_LESPRINCIPES\\_ET\\_CRITERES.pdf](http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/Cahier_Complementaire_2009_20100205_LESPRINCIPES_ET_CRITERES.pdf)

<sup>2</sup> Annexe 14 : Les capacités et compétences recherchées pour les ingénieurs diplômés.

<sup>3</sup> Commission des Titres d'Ingénieurs (2009). *Références et Orientations*.

<http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/RetOpfv17postimpression.pdf>

<sup>4</sup> Le Répertoire national des certifications professionnelles (RNCP) est créé en 2002 dans le cadre de la loi de modernisation sociale. Cette instance permet la lisibilité de la formation et le dialogue avec les diplômés à partir des compétences développées. Son rôle est de donner un sens à la formation en obligeant les formateurs à définir des référentiels comptant de 10 à 12 métacompétences accompagnées de critères d'évaluation bien définis. <http://www.cncp.gouv.fr/gcp/pages/>

<sup>5</sup> Perrot Norbert (2011a). *Journée pédagogique. Plan National de Formation Chefs de Travaux*. Diaporama, 17 mars 2011.

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT\\_17%20mars%202011.pdf](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT_17%20mars%202011.pdf)

<sup>6</sup> Annexe 14 : taux de remplissage des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs en 2010.

## 14.2 De nouveaux enseignements d'exploration en classe de seconde

En 2010 dans le cadre de la réforme du lycée, des enseignements d'explorations sont institués avec pour objectifs de permettre aux élèves de préciser ou de construire un projet d'orientation. Les nouveaux enseignements d'exploration de sciences de l'ingénieur (SI) et de création et innovation technologique (CIT) remplacent les options initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI) et informatique et systèmes de production (ISP). En physique une offre plus large est également proposée aux élèves avec l'enseignement d'exploration méthodes et pratiques scientifiques (MPS) qui se décline en plusieurs thèmes<sup>1</sup> et est implanté dans « *quasiment tous les lycées* »<sup>2</sup>.

### 14.2.1 Vers un enseignement technologique ouvert à tous au lycée

En s'insérant dans les enseignements d'exploration, les enseignements de la technologie en seconde voient leurs horaires réduits de trois heures à une heure et demie<sup>3</sup>. Ils s'appuient sur des supports d'étude essentiellement virtuels, dans une salle équipée d'ordinateurs. Les programmes dressent la liste des activités proposées aux élèves :

*« Recherche et exploitation de dossiers numériques ; visualisation et analyse de produits techniques modélisés en trois dimensions et simulés ; expérimentations assistées par ordinateur locales ou à distance et la matérialisation d'idées (prototypage rapide et programmation) ; suivi et comptes-rendus d'activités d'analyse et de projet ; archivage et consultation des productions des élèves. »*

L'usage des technologies de l'information et de la communication est complété par des manipulations à l'aide de dispositifs expérimentaux qualifiés de simples par le programme.

Ces nouveautés doivent permettre d'accroître le nombre d'établissements proposant des enseignements à caractère technologique et ainsi de drainer davantage d'élèves vers les formations supérieures scientifiques. Cette volonté, offrir un enseignement technologique dans tous les lycées, est affichée depuis le milieu des années 1980 mais n'a jamais encore réalisée pour les raisons déjà évoquées : coût des matériels ; besoin horaires ; locaux spécifiques ; manque de professeurs (cf. § 8.11). En 2011, grâce aux outils informatiques, cet objectif apparaît raisonnable. Son affichage concourt à la reconnaissance de la technologie et des sciences de l'ingénieur comme une discipline scientifique au même titre que les mathématiques ou la physique.

Cependant cette réforme de la technologie en seconde est critiquée. Par les syndicats du fait des réductions d'horaires, mais aussi par les professeurs. En effet, la réussite de ces nouveaux enseignements de découverte passe aussi, sans doute, par une organisation pédagogique des classes en groupes à effectif réduit, ce que ne prévoit

---

<sup>1</sup> Science et aliments. Science et cosmétologie. Science et investigation policière. Science et œuvres d'art. Science et prévention des risques d'origine humaine. Science et vision du monde.

<sup>2</sup> MEN (2011). Rapport n° 2011-010 (février 2011) de l'IGEN et de l'IGAENR : Mise en œuvre de la réforme des lycées d'enseignement général et technologique.

<sup>3</sup> La réforme a prévu la possibilité dérogatoire pour les élèves de choisir les deux enseignements d'exploration SI et CIT.

pas la réforme engagée, même si cette possibilité existe dans le cadre de la répartition des crédits horaires alloués au niveau de chaque établissement.

Une autre question se pose (Hamon et Lebeaume, 2010)<sup>1</sup>. Les établissements d'enseignement généraux sans « culture technique » joueront-ils le jeu et permettront-ils à leurs élèves d'accéder à ces nouveaux enseignements d'exploration (SI et CIT), soit dans leurs murs, soit, par convention, dans des établissements voisins ? Ce n'est pas certain, car comme le signale le rapport de l'inspection générale<sup>2</sup> « *la stratégie des établissements a été plutôt de conforter leur identité en proposant une offre conforme à leurs spécialités et à leur image.* ».

Ainsi l'enseignement de la technologie apparaît comme un maillon faible entre la technologie au collège et les enseignements technologiques au lycée. Néanmoins les enseignements de sciences de l'ingénieur et de création et innovation technologique possèdent des atouts. Ils s'appuient, ce qui est nouveau, sur les acquis des programmes de technologie du collège, et sur des thématiques identiques à ceux-ci (la mobilité, le sport, la santé, l'habitat, l'énergie, la communication, la culture et les loisirs, les infrastructures, la bionique, la dématérialisation des biens et des services). Les activités portent principalement sur des études de cas menées par des groupes d'élèves, qui donnent lieu à des présentations devant la classe. L'analyse des programmes fait apparaître les différences entre les enseignements de SI et CIT, qui se situent au niveau des objectifs spécifiques et des compétences abordées.

#### **14.2.2 L'enseignement d'exploration de sciences de l'Ingénieur**

L'enseignement d'exploration de sciences de l'ingénieur se donne pour objectif de faire découvrir les relations entre la société et les technologies, dans les domaines des produits manufacturés pluritechnologiques ou de l'habitat et des ouvrages. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit, à un moment donné, est conçu et réalisé, à quel besoin il répond et quel est son impact sur la société et sur l'environnement. Les compétences développées et notions abordées sont relatives aux systèmes. Les élèves sont amenés à :

- approfondir la culture technologique (analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle, organisation globale, information, énergie, matériaux et structures, dimensions normative, esthétique ou architecturale) ;
- représenter le réel de manière symbolique, fonctionnelle, structurelle et temporelle, et à l'aide de maquettes numériques ;
- simuler un comportement et identifier les principes scientifiques en rapport avec ce comportement.

#### **14.2.3 L'enseignement d'exploration de Création et innovation technologiques**

L'enseignement d'exploration de création et innovation technologiques (CIT) permet de faire le lien avec d'autres disciplines, pour appréhender l'impact de toute

---

<sup>1</sup> Hamon Christian, Lebeaume Joël (2010). Vers une technologie pour tous au lycée ? *Technologies & Formation*, 150, 40-44.

<sup>2</sup> MEN (2011). Rapport n° 2011-010 (février 2011) de l'IGEN et de l'IGAENR : Mise en œuvre de la réforme des lycées d'enseignement général et technologique.

innovation technologique sur les évolutions sociétales et environnementales. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit s'inscrit dans une évolution technologique, à partir de quelles découvertes, inventions et innovations technologiques il est apparu et comment une démarche de créativité est indispensable au développement des innovations technologiques. Les compétences développées et les notions abordées sont relatives aux produits industriels et aux ouvrages architecturaux. Les élèves sont amenés à :

- acquérir les bases d'une culture de l'innovation technologique (marché, compétitivité, besoin, fonction, coût et valeur, analyse de la valeur, brevets et normes, cycle de vie, amélioration, innovation, rupture, découvertes, analyse historique de l'évolution) ;
- communiquer leurs intentions et exprimer une réflexion, un principe, une idée, une solution technique à l'aide des outils de communication techniques (cartes mentales, croquis, schémas, descriptions d'un comportement, représentations numériques) ;
- mettre en œuvre une démarche de créativité en utilisant les outils appropriés et matérialiser une solution innovante (réalisation d'une maquette à partir d'éléments existants, modification d'un composant ou d'un programme de commande, amélioration d'une solution technique, représentation virtuelle).

### **14.3 La spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique en 2011**

La rénovation de l'enseignement spécifique de la spécialité sciences de l'ingénieur du cycle terminal de la série scientifique s'inspire des nouvelles orientations prises par l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur en classes préparatoires. Cette rénovation s'inscrit également en continuité des évolutions de la technologie au collège et des enseignements d'exploration de seconde. D'après le Plan national de formation<sup>1</sup>, « *Il s'agit de renforcer le projet d'orientation et d'acquérir des outils méthodologiques et les connaissances de base pour construire ensuite les compétences de l'ingénieur.* ». Ainsi les nouveaux programmes structurés autour de quatre compétences valorisent-ils la démarche de l'ingénieur et les méthodes expérimentales dans une approche pédagogique renouvelée. Ce triptyque, « démarche, approche, compétence », s'avère délicat à articuler.

#### **14.3.1 Les sciences de l'ingénieur, la démarche de l'ingénieur et la démarche scientifique**

Rédigés par une petite équipe de professeurs de classes préparatoires aux grandes écoles, majoritairement agrégés de mécanique<sup>2</sup>, les nouveaux programmes de sciences

---

<sup>1</sup> Plan national de formation. Enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur Paris 31 mars 2011. <http://sti.discip.ac-caen.fr/sites/sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/demarche.pdf>

<sup>2</sup> L'équipe ne comportait qu'un seul agrégé de génie électrique. Il semble que des consignes aient été données pour limiter la diffusion d'informations concernant l'élaboration de ces programmes, comme pour ceux de la série du baccalauréat STI2D. En effet, plusieurs professeurs et chefs de travaux ayant participé à leur élaboration n'ont pas répondu aux sollicitations de questionnaires ou d'entretiens qui leur ont été faites dans le cadre de la présente thèse. Contrairement au passé, les documents d'accompagnement des



de l'ingénieur parus en 2010<sup>1</sup> privilégient une orientation totalement nouvelle au lycée, initiée dans les classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur (Hervé Riou, 2006)<sup>2</sup>. Cet enseignement se fixe désormais pour principal objectif d'aborder avec les élèves « *la démarche de l'ingénieur* » (annexe 14-5)<sup>3</sup>.

Cette démarche s'appuie sur l'étude des systèmes pluritechnologiques complexes. Ces systèmes sont soit souhaités, soit simulés, soit réels<sup>4</sup>. Les systèmes souhaités se présentent sous forme d'un cahier des charges. Les systèmes réels, industriel ou grand public, sont accessibles directement ou à distance *via* un réseau. Il peut s'agir de sous-ensembles. Ces systèmes peuvent être didactisés, c'est-à-dire équipés de points de mesure, de capteurs additionnels ou d'appareils de métrologie réels ou virtuels. Les systèmes simulés sont virtuels. Ils sont modélisés à l'aide de logiciels permettant de visualiser le comportement d'un procédé, d'une commande, d'un mécanisme, d'une structure, etc.

La démarche de l'ingénieur telle qu'elle est préconisée par les programmes consiste à comparer deux à deux les écarts qui existent entre les systèmes souhaité, réel et simulé :

- l'évaluation de l'écart entre le cahier des charges et les réponses expérimentales obtenues par des mesures de laboratoire sur le système réel permet à l'élève de vérifier les performances attendues d'un système ;
- l'évaluation de l'écart entre les performances mesurées sur le système réel et les performances simulées permet à l'élève de proposer et de valider des modèles d'un système à partir d'essais ;
- l'évaluation de l'écart entre les performances simulées et les performances attendues au cahier des charges permet à l'élève de prévoir les performances d'un système à partir de modélisations.

La mise en œuvre de cette démarche débouche sur une étude qui, après analyse des écarts<sup>5</sup>, doit mener les élèves à « *proposer des architectures de solutions, sous forme de schémas ou d'algorigrammes.* »

L'enseignement des sciences de l'ingénieur tel qu'il est prévu par les nouveaux programmes fait une large place à l'expérimentation et s'appuie sur une démarche scientifique. Le document d'accompagnement<sup>6</sup> précise d'ailleurs :

---

programmes de STI2D et du baccalauréat S sciences de l'ingénieur ne comportent pas la liste des rédacteurs.

<sup>1</sup> Arrêté du 21 juillet 2010. BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique.

[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_9/21/7/sciences-ingenieur\\_155217.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_9/21/7/sciences-ingenieur_155217.pdf)

<sup>2</sup> Riou Hervé (2006). *Exemple d'organisation de Cours, TD et TP en MPSI / PCSI*. Séminaire de réflexion sur la PT. Diaporama, 15 décembre 2006. Lycée Chaptal Paris.

<sup>3</sup> Annexe 14 : la démarche de l'ingénieur en classes préparatoires aux grandes écoles et dans la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S.

<sup>4</sup> Il peut s'agir d'un système maquettisé à une échelle réduite (un pont par exemple).

<sup>5</sup> Le mot « écart » (ou écarts) apparaît 21 fois dans le programme et 52 fois dans le document d'accompagnement des programmes.

<sup>6</sup> MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Série S : enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO). [www.eduscol.education.fr/](http://www.eduscol.education.fr/)

« Les sciences de l'ingénieur sont un enseignement spécifique du baccalauréat scientifique. Comme les autres disciplines expérimentales de ce baccalauréat, la pédagogie mise en œuvre valorise une démarche scientifique ».

Ainsi les sciences de l'ingénieur sont-elles qualifiées de « discipline expérimentale » ce qui est nouveau. Cependant cette formulation n'est pas sans rappeler les projets de Jean Capelle, ou, pour remonter plus loin, les préoccupations de Fernand Canonge (1949)<sup>1</sup> :

« Le problème, c'est de faire de la technologie une discipline de l'esprit, c'est de lui donner une méthode de recherche et d'exposition qui permette de la comparer aux autres disciplines. À mon avis, la technologie est une discipline qui se rattache aux Sciences expérimentales. ». (p. 39).

La démarche de l'ingénieur s'appuie sur une démarche scientifique décrite dans le document d'accompagnement des programmes comme une boucle constituée de trois grandes étapes « observer », « modéliser » et « agir ». Cette formulation conditionne la rédaction du programme sous forme de compétences.

### 14.3.2 Les compétences avant les contenus

Aux différentes étapes de la démarche scientifique sont associées des compétences, jugées nécessaires par les rédacteurs du programme, à la mise en œuvre de la démarche de l'ingénieur. Ainsi à « observer un système », sont associées les compétences « expérimenter » et « analyser ». A « modéliser un système » est associée la compétence « modéliser » et à « agir sur un système », la compétence « communiquer » est mobilisée (annexe 14-6)<sup>2</sup>. Ces quatre compétences transversales (repérées par les lettres A à D) sont définies comme « terminales » et forment les têtes de chapitre du programme. C'en est fini des entrées dans le programme par les contenus (cf. § 13.2.4 et précédents), qui apparaissent à un deuxième niveau de compétences pour former des sous-chapitres :

- A. Analyser : analyser le besoin, analyser le système, caractériser des écarts ;
- B. Modéliser : identifier et caractériser les grandeurs agissant sur un système, proposer ou justifier un modèle, résoudre et simuler, valider un modèle ;
- C. Expérimenter : justifier le choix d'un protocole expérimental, mettre en œuvre un protocole expérimental ;
- D. Communiquer : rechercher et traiter des informations, mettre en œuvre une communication.

Ce deuxième niveau de compétences, en lien avec un ensemble de contenu très général (analyser le système, par exemple), est lui-même décliné en « compétences attendues » (définir le besoin, définir les fonctions de service, identifier les contraintes, traduire un besoin fonctionnel en problématique technique.). Ces sous-compétences préfacent des tableaux (annexe 14-7)<sup>3</sup> dans lesquels sont précisées les connaissances

<sup>1</sup> Canonge Fernand (1949). Les Écoles normales nationales d'apprentissage : Les problèmes pédagogiques propres à l'Enseignement technique. *Technique Art Science*, 3, 38-42.

<sup>2</sup> Annexe 14 : démarche scientifique et compétences nécessaires à la mise en œuvre de la démarche de l'ingénieur.

<sup>3</sup> Annexe 14 : présentation des programmes de sciences de l'ingénieur de la série S sous forme de tableau.

(besoin, finalités, contraintes, cahier des charges) et les capacités associées (décrire le besoin, présenter la fonction globale, identifier les contraintes, ordonner les contraintes par critère, niveau, flexibilité). Les connaissances et les capacités portent sur l'analyse fonctionnelle, les flux d'information, d'énergie et de matière, les matériaux, les composants et constituants des systèmes mécanique, électrique et du bâtiment, les langages de communication technique, la métrologie... Mais les apprentissages valorisent avant tout la définition de protocoles de mesure, la modélisation, la simulation et l'analyse de résultats expérimentaux.

Une colonne du tableau précise les niveaux taxonomiques selon les classes de première et/ou de terminale. Le document d'accompagnement précise que ces niveaux d'acquisition attendus sont « *appliqués aux capacités et non aux connaissances* » ce qui est nouveau et s'apparente à un retour de la pédagogie par objectifs dans les programmes (cf. § 14.3.4 *infra*). La définition des niveaux taxonomiques est donc nouvelle également. La maîtrise des capacités est alors définie selon les trois niveaux :

*« Niveau A - Les concepts sont abordés dans un contexte d'application adapté. Les élèves découvrent la définition et les caractéristiques de chaque concept.*

*Niveau B - Les activités proposées sont simples et variées. Elles mobilisent des outils et des méthodes dans un contexte connu. La démarche est donnée, la résolution est guidée et le choix de la méthode est toujours précisé.*

*Niveau C - Les situations proposées exigent la mise en œuvre de démarches mobilisant des outils et des méthodes dans un contexte nouveau. Les élèves doivent pouvoir justifier ces démarches et interpréter tout ou partie des résultats obtenus par rapport au problème posé. »*

Par nature les compétences sont transversales et pluridisciplinaires. Avec l'étude des bâtiments et des ouvrages, la dichotomie génie électrique/génie mécanique disparaît au profit d'une approche pluritechnologique. Cette nouvelle orientation est l'occasion de renouveler les pratiques pédagogiques.

### **14.3.3 Une approche pédagogique renouvelée**

L'approche pluritechnologique préconisée par les nouveaux programmes est bâtie à travers des activités structurées menées en travaux pratiques (TP), travaux dirigés (TD), cours ou sous forme de mini-projets.

Les centres d'intérêt restent d'actualité mais ne sont plus définis par une liste comme précédemment. Le document d'accompagnement se contente de propositions à l'attention des enseignants, par exemple « *CI2 : expérimenter et mesurer sur un système réel pour évaluer ses performances.* ». À propos des centres d'intérêt, le document d'accompagnement précise : « *La définition proposée est de type méthodologique pour structurer l'activité des élèves et correspond à celle utilisée en Technologie au collège.* ».

Ainsi défini, le centre d'intérêt permet, selon le document d'accompagnement, de structurer la formation des élèves de lycée par périodes à partir de situations problème. Chaque période s'appuie sur un thème commun développé par des groupes d'élèves à partir de différents supports présents dans le laboratoire et donne lieu à une synthèse des connaissances et des capacités acquises. Il s'agit de mener des études de cas à

partir de thèmes sociétaux ou de centres d'intérêt organisés en séquence de trois à quatre semaines, soit environ une dizaine de séances de deux heures. Chaque séquence, où alternent les différentes modalités pédagogiques (TP, TD, cours), vise à faire acquérir les connaissances et les capacités rassemblées dans les compétences « analyser, expérimenter, modéliser » du programme. Les modalités pédagogiques s'appuient sur des démarches d'investigation et de résolution de problèmes techniques (annexe 14-8)<sup>1</sup>. La séquence comporte un dispositif d'évaluation en début, au milieu et à la fin après des activités de restitution et de synthèse.

Selon le nouveau programme, les thèmes sociétaux (confort, énergie, protection de l'environnement, santé, mobilité, assistance au développement)<sup>2</sup> permettent de donner du sens aux apprentissages. Ils sont abordés au travers d'une problématique bien définie par exemple : « *Augmenter l'autonomie d'un véhicule grâce à une pile à combustible.* » ou « *Modifier une digue pour protéger un littoral d'un raz-de-marée.* ». Une problématique s'apparente à la satisfaction d'une fonction de service en lien avec le cahier des charges d'un système, d'un produit ou d'un ouvrage. La problématique donne lieu à un problème technique et à la validation d'une ou plusieurs fonctions techniques. La phase de restitution valide la démarche de l'ingénieur par le bilan entre les écarts des performances attendues, mesurées et simulées pris deux à deux.

Ces acquisitions sont renforcées par la mise en œuvre d'un projet en terminale. Le projet personnel encadré (PPE) devient un projet interdisciplinaire. Le nombre d'heures qui lui est consacré double, passant de trente à soixante-dix heures, soit l'équivalent de deux heures hebdomadaires (mais il est recommandé de regrouper les heures sur un semestre).

*« L'objectif du projet réside dans l'apprentissage de l'autonomie, dans la capacité à développer des propositions créatives et originales, dans le réinvestissement et le renforcement des connaissances et des capacités pluridisciplinaires. »*

Le projet doit être réalisable, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir être mené à son terme en autonomie par un groupe d'élèves. Les élèves sont invités à définir la thématique en fonction de leurs centres d'intérêts. Cette thématique doit être pluridisciplinaire. Elle relève à la fois des sciences de l'ingénieur, des mathématiques, des sciences physiques et chimiques fondamentales et appliquées, et des sciences de la vie et de la terre. Elle traite d'enjeux sociétaux locaux ou planétaires « *assistance aux personnes [...] énergie [...] information...* ».

Le projet permet de développer la compétence « communiquer », notamment la recherche et le traitement de l'information et la production de documents numériques. L'évaluation du projet doit valoriser la démarche plus que le résultat.

#### **14.3.4 Démarche, approche pédagogique et compétence, un triptyque difficile à articuler**

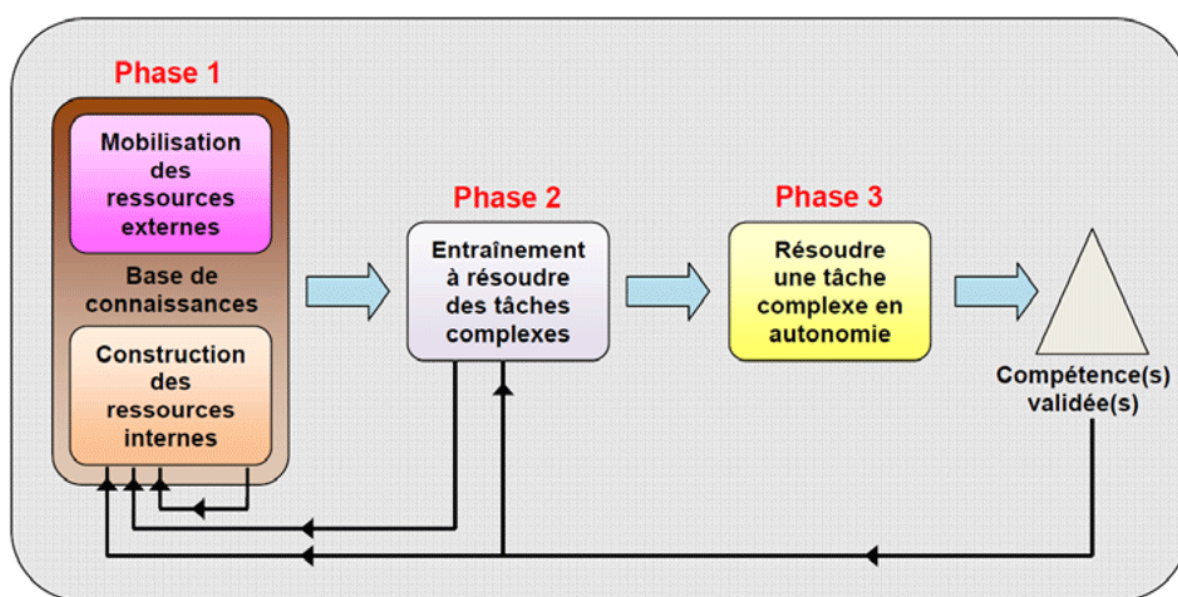
---

<sup>1</sup> Annexe 14 : situation problème, démarche d'investigation et démarche de résolution de problèmes techniques (définition du document d'accompagnement des programmes).

<sup>2</sup> Par comparaison, les thèmes de convergence développés au collège pour le projet en classe de troisième sont l'énergie, le développement durable, la météorologie et la climatologie, l'importance du mode de pensée statistique, la santé et la sécurité.

L'enseignement des sciences de l'ingénieur est structuré par une démarche générale ou s'entremêlent démarche de l'ingénieur et démarche scientifique, la seconde étant au service de la première. Cette démarche générale est mise en œuvre au cours de séquences, organisée autour d'une problématique (thème sociétal ou centre d'intérêt), dont l'objectif est de faire acquérir à l'élève des « compétences terminales attendues » déclinées en termes de « connaissances » et de « capacités associées ». Le document d'accompagnement des programmes a un rôle d'explication pour aider les professeurs à articuler ce triptyque « démarche, approche, compétence ».

Ainsi, pour développer une compétence, le document propose-t-il une méthodologie organisée en trois phases : « *L'acquisition de connaissances et de capacités [...] L'entraînement à la résolution de tâches complexes [...] la résolution de tâches complexes en autonomie.* » (fig. 14-1).



**Figure 14-1 : Comment développer une compétence ?**  
(document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur, 2011)

Cependant le problème, déjà signalé (cf. 14.1.3 *supra*) de l'évaluation de ces compétences reste entier. Seul le terme validé est utilisé. Lors des tâches qui lui sont confiées l'élève « valide les performances du système » par exemple, mais à aucun moment il n'est dit comment le professeur valide une compétence. La seule référence à la validation des compétences apparaît sous forme d'une recommandation :

« La validation des compétences peut se faire comme suit :

- lors de l'étude de cas pour les compétences Analyser, Modéliser, Expérimenter ;
- lors de la séance de restitution pour la compétence Communiquer.

*Le mini-projet situé en fin de séquence peut être une forme d'évaluation sommative sur les quatre compétences précitées. »*

Pour aider les professeurs, le document d'accompagnement propose, dans un « glossaire pédagogique » une définition de la compétence. Ainsi « être compétent, c'est pouvoir mobiliser un ensemble intégré de connaissances, de capacités, de

*comportements pour résoudre des situations problèmes dans un contexte imposé.* ». L'institution définit également le dispositif d'évaluation à mettre en œuvre à chaque séquence<sup>1</sup> : « *diagnostique en entrée si nécessaire, formative pendant et sommative après le processus de formation* ». De la même façon est définie chacune des formes d'évaluation. L'examen de ces définitions est éclairant sur leurs fonctions et met en évidence leurs rapports lointains avec l'évaluation des compétences.

L'évaluation diagnostique est la seule ayant un lien avec les compétences, elle vise principalement de « *permettre aux enseignants d'observer les compétences et d'apprécier les réussites, ainsi que les difficultés éventuelles des apprenants* ». Cette formulation souligne le côté subjectif de cette évaluation, il s'agit avant tout d'une fonction déclenchante de remédiation.

L'évaluation formative est « *Centrée sur l'élève, elle mesure ses résultats en fonction d'objectifs opérationnels.* ». La notion d'objectifs opérationnels est empruntée à la pédagogie par objectifs. Dès lors, la liste des « *compétences attendues* » telle qu'elle est présentée dans le programme à l'aide de tableaux (cf. annexe 14-7), s'apparenterait à la pédagogie par objectifs. En effet, la « *pédagogie par objectifs [...] fait prévaloir non pas les connaissances à enseigner mais les manifestations des acquis après l'enseignement.* » (Joël Lebeaume, 2010)<sup>2</sup>. Cependant, l'appropriation de manière séparée de « *sous compétences* »<sup>3</sup> ne permet pas d'affirmer la possession des compétences terminales visées par le programme. En effet, comme le précise Philippe Perrenoud (1995)<sup>4</sup> qui réserve la notion de compétences à des « *savoir-faire de haut niveau, qui exigent l'intégration de multiples ressources cognitives dans le traitement de situations complexes* » : « *la somme de ces composantes [éléments de compétence, capacités] n'équivaut pas à la compétence globale* ».

Enfin, l'évaluation sommative « *permet d'estimer les connaissances acquises de l'apprenant, d'en faire un inventaire* ». C'est le résultat de cette dernière qui, en définitive, sera portée sur le bulletin trimestriel de l'élève, et, dès la classe de première conditionnera son orientation sur la base des connaissances acquises.

Ainsi, d'après le document d'accompagnement des programmes, les compétences visées par le programme de sciences de l'ingénieur ne sont-elles jamais réellement évaluées. Aucun critère de validation n'est proposé aux enseignants. Cependant, lors du séminaire national de mars 2012, la présentation par Philippe Fichou (2012)<sup>5</sup> inspecteur d'académie, inspecteur pédagogique régional (IA-IPR) de l'académie de Rennes, d'un

---

<sup>1</sup> Période de trois à quatre semaines.

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2010b). *Saisir les continuités et les ruptures contemporaines pour enseigner les sciences expérimentales et la technologie*. In R. Ailincal et T. Mehinto (Eds). *Pratiques éducatives dans un contexte multiculturel. L'exemple plurilingue de la Guyane* (pp. 55-64). Guyane : CRDP Scéren. (volume 2 : le secondaire).

<sup>3</sup> Il s'agit du terme effectivement employé dans le document d'accompagnement.

<sup>4</sup> Perrenoud Philippe (1995). *Des savoirs aux compétences : de quoi parle-t-on en parlant de compétences ? Pédagogie collégiale*, 9, 1, 20-24.

<sup>5</sup> Fichou Philippe (2012). *Présentation du guide d'élaboration d'un sujet et du sujet zéro*. Diaporama. Dossier Pédagogique : Actes du séminaire Rénovation de l'enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur - Mars 2012 - Paris. [http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches\\_dossiers/actes\\_du\\_seminaire\\_renovation\\_de\\_l\\_enseignement\\_specifique\\_des\\_sciences\\_de\\_l\\_ingenieur\\_mars\\_2012\\_paris\\_DP.php](http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches_dossiers/actes_du_seminaire_renovation_de_l_enseignement_specifique_des_sciences_de_l_ingenieur_mars_2012_paris_DP.php)

sujet zéro<sup>1</sup> accompagné d'une grille d'évaluation, est l'occasion de faire le point sur l'évaluation des compétences (tab. 14-1).

	non	0	1	2	3
La fonction globale est clairement précisée					X
Les fonctions de service sont définies sans omission		X			
... Les contraintes principales sont identifiées	non				
Les contraintes sont ordonnées			X		
La problématique technique est énoncée sans ambiguïté					x

**Tableau 14-1 : exemple de grille d'évaluation des compétences pour l'épreuve écrite de sciences de l'ingénieur (extrait)**

C'est, Jacques Perrin (2012)<sup>2</sup>, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe sciences et techniques industrielles, qui présente cette grille d'évaluation des compétences. Il propose au préalable de définir la compétence comme étant :

*« Un ensemble de connaissances, savoir-faire (habiletés) et comportements (attitudes) organisés en vue d'accomplir de façon adaptée une activité. Dans une situation concrète, une compétence se traduit par des actions ou comportements observables. Les comportements ou les résultats de l'action sont mesurables ou évaluables. »*

Seules les compétences analyser et modéliser sont évaluées à l'épreuve écrite de sciences de l'ingénieur du baccalauréat S. La grille d'évaluation proposée (cf. *supra*) reprend les compétences attendues du programme en les reformulant au sein d'une phrase comportant des critères d'évaluation. Ainsi par exemple, la compétence à évaluer « définir les fonctions de services » est-elle est décrite sous la forme « les fonctions de services sont définies sans omission ». Des colonnes du tableau sont prévues afin de préciser le niveau de performance attendu par l'évaluateur ou observé par le correcteur.

Comme le précise Jacques Perrin, les compétences attendues du programme, complétées par des critères d'évaluation « se transforment en indicateurs ». C'est à l'aide de ces « indicateurs de performances » que « les comportements ou les résultats de l'action sont mesurables ou évaluables ». Pour la capacité « A – Analyser », la compétence « A1 définir les fonctions de service » est ainsi évaluée à l'aide de l'indicateur « les fonctions de service sont définies sans omission ».

<sup>1</sup> Pratique ancienne qui consiste à proposer aux enseignants un exemple de sujet d'examen en rapport avec de nouveaux programmes. Ici le sujet de l'épreuve écrite traite de l'étude du barrage construit pour le rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel. Cf. annexe 5-7, sujet type pour « fixer l'esprit et le niveau » de l'épreuve de la série mathématiques et technique (1946).

<sup>2</sup> Perrin Jacques (2012). Les grilles d'évaluations pour les épreuves de SI. Diaporama. Dossier Pédagogique : Actes du séminaire Rénovation de l'enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur - Mars 2012 – Paris. [http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches\\_dossiers/actes\\_du\\_seminaire\\_renovation\\_de\\_l\\_enseignement\\_specifique\\_des\\_sciences\\_de\\_l\\_ingenieur\\_mars\\_2012\\_paris\\_DP.php](http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches_dossiers/actes_du_seminaire_renovation_de_l_enseignement_specifique_des_sciences_de_l_ingenieur_mars_2012_paris_DP.php)

Tout se passe comme si la pédagogie par objectif avait été revisitée et mise au service de l'évaluation des compétences. L'usage de verbe à l'infinitif pour définir les compétences fait référence de manière explicite à la taxonomie de Bloom. En effet, le diaporama de présentation de la grille d'évaluation (Jacques Perrin, *op. cit.*) renvoie à l'article d'un site Internet<sup>1</sup> dédié à la taxonomie de Bloom et à la pédagogie par objectif. Le jour de la correction des copies d'examens, la grille d'évaluation est utilisée pour « *produire une note* » à l'aide d'un tableur. Il s'agit d'une note brute « *qui peut être augmentée jusqu'à un point de plus en fonction de la réactivité du candidat* ». Il devient ainsi possible d'envisager, l'usage d'une telle grille pour évaluer l'élève sous forme de contrôle continu.

#### **14.4 Le nouveau baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)**

La voie technologique n'avait pas connu de véritable changement de programme depuis 1988. Ainsi, plus qu'une rénovation, il s'agit d'un véritable bouleversement qui touche à la rentrée 2011 les séries du baccalauréat technologique sciences et technologies industrielles (STI). Les douze options laissent la place à un baccalauréat unique intitulé sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)<sup>2</sup> (cf. § 2.1.3.3). Le nombre d'heures consacrées aux enseignements de technologie et de sciences physiques et physique appliquée qui étaient en moyenne de vingt heures en première et vingt-deux heures trente en terminale sont réduites à seize heures de technologie et de physique-chimie en première et à dix-neuf heures en terminale.

Ce nouveau baccalauréat comporte quatre spécialités : architecture et construction (AC), énergies et environnement (EE), innovation technologique et éco-conception (ITEC) et systèmes d'information et numérique (SIN). Selon le guide d'accompagnement des programmes<sup>3</sup> :

*« Les contenus dispensés s'inscrivent dans une approche complètement nouvelle, positionnant la technologie dans une logique de respect des ressources et du patrimoine, de développement durable et maîtrisé, intégratrice des contraintes sociétales. »* (p. 5).

La formation en STI2D vise l'acquisition de compétences de conception, d'expérimentation et de dimensionnement liées à un corpus de connaissances des trois domaines matière - énergie - information. La réforme en profondeur de ce diplôme a été

---

<sup>1</sup> [http://wiki.univ-paris5.fr/wiki/Taxonomie\\_de\\_Bloom](http://wiki.univ-paris5.fr/wiki/Taxonomie_de_Bloom)

<sup>2</sup> Arrêté du 27 mai 2010. JORF n° 0122 du 29 mai 2010, page 9716. Portant organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et « sciences et technologies de laboratoire (STL) ».

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=A68F5C1C1CF14D841AA798F5D7E1E0B8.tp\\_djo04v\\_2?cidTexte=JORFTEXT000022275706&idArticle=&dateTexte=20110110](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=A68F5C1C1CF14D841AA798F5D7E1E0B8.tp_djo04v_2?cidTexte=JORFTEXT000022275706&idArticle=&dateTexte=20110110)

<sup>3</sup> MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Enseignements technologiques transversaux et enseignements spécifiques (série STI2D)*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO).

[http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceesGT\\_Ressources\\_STI2D\\_T\\_Enseignement\\_Technologique\\_Specifiques\\_182152.pdf](http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceesGT_Ressources_STI2D_T_Enseignement_Technologique_Specifiques_182152.pdf)



présentée par Norbert Perrot (2010b)<sup>1</sup>, doyen du groupe STI de l'Inspection générale de l'Éducation nationale (IGEN) comme une « *désécialisation* » doublée d'un « *déprofessionnalisation* ».

L'analyse des programmes permet en effet de justifier la désécialisation par le contour large que revêt chacune des quatre spécialités. Celles-ci ne font plus référence à des industries comme c'était le cas avec les options génie mécanique, génie électronique, etc., mais à de grands domaines relatifs à l'énergie et à sa gestion (énergies et environnement), aux flux d'information (systèmes d'information et numérique), à la construction et à la matière (architecture et construction) ou aux solutions techniques associant les technologies telles que la mécanique, l'électronique, l'informatique et les réseaux de communication (innovation technologique et éco-conception). De plus cette désécialisation est accentuée par la mise en place, en classes de première et de terminale, d'un horaire conséquent d'enseignements technologiques transversaux communs aux quatre spécialités (tronc commun, annexe 14-9)<sup>2</sup>.

La déprofessionnalisation est, quant à elle, justifiée par l'abandon de toute référence à une formation professionnelle. L'unique finalité du baccalauréat technologique STI2D devient la poursuite d'études au niveau des écoles d'ingénieur (master 2, bac + 5).

Les enseignements de technologie du baccalauréat STI2D sont définis dans six programmes distincts<sup>3</sup>. Il s'agit du programme des enseignements technologiques transversaux donnés en classe de première (sept heures hebdomadaires) et de terminale (cinq heures), des programmes des quatre spécialités dispensées en première (cinq heures) et terminale (neuf heures) auxquels s'ajoute un programme d'enseignement technologique en langue vivante 1 (une heure en première et en terminale).

#### **14.4.1 L'enseignement technologique en langue vivante**

L'enseignement technologique en langue vivante est assuré conjointement par un professeur de langue vivante et un professeur de technologie. Les activités proposées aux élèves doivent permettre d'enrichir et de motiver la communication dans la langue vivante. La pratique de la langue s'inscrit dans une logique de projet qui favorise la contextualisation de la communication. Les activités de réception, de production écrites et orales et les activités d'interaction orale s'appuient sur les programmes de technologie.

#### **14.4.2 Les enseignements transversaux du tronc commun**

---

<sup>1</sup> Perrot Norbert (2010b). *Réforme de la série STI : « Une déprofessionnalisation complète et assumée des enseignements »*. Entretien accordé à l'AEF. Agence d'informations spécialisées - enseignement et formation. 22 décembre 2010. Dépêche n°142758.

<sup>2</sup> Annexe 14 : horaires des enseignements technologiques du baccalauréat technologique sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D).

<sup>3</sup> Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n° 3 du 17 mars 2011, p. 35. Enseignements technologiques (transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique) du cycle terminal de la série STI2D.

[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_3\\_MEN/08/5/bulletin\\_officiel\\_SP03-men-17-03-11\\_171085.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_3_MEN/08/5/bulletin_officiel_SP03-men-17-03-11_171085.pdf)

Le programme d'enseignement transversal du baccalauréat STI2D « *place résolument l'élève dans une démarche d'ingénierie système* » (Jacques Perrin, 2011)<sup>1</sup>. Il est mené sous forme de cours, de travaux pratiques et de microprojets qui permettent d'acquérir des compétences technologiques polyvalentes, celles-ci étant plus spécialisées en classes de terminale. Cette organisation autorise un changement de spécialité en fin de première et contribue à retarder la spécialisation.

Le programme de ces enseignements<sup>2</sup> agrège des connaissances des différentes options de l'ancien baccalauréat industriel ainsi que des nouveautés. Le programme est présenté dans des tableaux précisant d'une part les objectifs de formation déclinés en compétences attendues (annexe 14-10)<sup>3</sup> et d'autre part les connaissances ou savoirs associés visés (annexe 14-11)<sup>4</sup>. Dans le tableau des connaissances, sont spécifiés les niveaux taxonomiques, les classes concernées (première et/ou terminale) et des commentaires. Ces commentaires précisent les conditions de l'enseignement, par exemple « *à partir d'études de dossiers techniques, on identifie les étapes du cycle de vie du système ...* ». Enfin, un troisième tableau permet de mettre en relation les compétences et les connaissances (annexe 14-12)<sup>5</sup>.

Les objectifs de formation du tronc commun et les compétences associées sont regroupées autour de trois grands thèmes : société et développement durable ; technologie ; communication.

Lorsqu'ils abordent le thème « société et développement durable », les élèves sont amenés à caractériser les systèmes en privilégiant un « *usage raisonné du point de vue du développement durable* ». Ils doivent identifier les éléments permettant la limitation de « *l'impact d'un système et de ses constituants sur l'environnement* ». Pour cela, les élèves identifient les flux et la forme de l'énergie, justifient les choix de matériaux, de structures, de solutions.

En technologie les élèves identifient « *les éléments influents du développement d'un système* ». Ils doivent décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système et utiliser des modèles de comportement appropriés pour prédire un fonctionnement ou valider une performance. L'élève est amené à analyser le cahier des charges du système et à évaluer sa compétitivité à la fois économique et technique. Il effectue des tâches d'identification et de caractérisation des systèmes au niveau des fonctions, des constituants, de l'agencement, du fonctionnement temporel et des solutions techniques. Lors de la modélisation comportementale, l'élève explique les éléments d'analyse retenus, identifie les variables en jeu et évalue les écarts entre le comportement réel du système et les résultats fournis par le modèle.

---

<sup>1</sup> Perrin Jacques (2011). *STI2D et les modèles pour « l'ingénierie système »*. Réunion nationale des chefs de travaux. Diaporama. Lycée Diderot 1<sup>er</sup> février 2011.

<sup>2</sup> Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n°3 du 17 mars 2011. Enseignements technologiques « transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique » du cycle terminal de la série STI2D.

<sup>3</sup> Annexe 14 : objectifs et compétences des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D.

<sup>4</sup> Annexe 14 : programme des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D.

<sup>5</sup> Annexe 14 : tableau de mise en relation des compétences et des savoirs associés des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D.

Enfin, à tout moment, l'élève doit pouvoir communiquer pour présenter une idée, un principe, une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère. Il doit choisir l'outil de description le plus pertinent pour décrire un fonctionnement, présenter une démarche ou un résultat.

Ces objectifs et ces compétences couvrent un champ très large puisqu'ils regroupent l'ensemble des domaines techniques en relation avec les produits manufacturés et les constructions (bâtiment et ouvrage). Les connaissances transversales à acquérir dans ces différents domaines sont réparties en trois grands chapitres, chacun d'eux s'inscrivant dans un objectif général de formation.

Le premier chapitre, relatif aux « *principes de conception des systèmes et développement durable* », est destiné à permettre aux élèves d' « *identifier les tendances d'évolution des systèmes, les concevoir en facilitant leur usage raisonné et en limitant leurs impacts environnementaux.* ». Les contenus abordés sont ceux en lien avec la compétitivité, la créativité et l'éco-conception (besoin, cycle de vie, coût, ressources...).

La deuxième partie s'intitule « *Outils et méthodes d'analyse et de description des systèmes* ». L'objectif général de formation correspondant est d'« *identifier les éléments influents d'un système, décoder son organisation et utiliser un modèle de comportement pour prédire ou valider ses performances.* ». Il s'agit principalement de maîtriser les approches fonctionnelle et comportementale des systèmes ainsi que les outils de représentation associés (chaîne d'énergie et chaîne d'information, matériaux, schématisation, modélisation, simulation...).

La dernière partie s'intéresse aux solutions technologiques mises en œuvre dans les produits et les systèmes, et vise à « *identifier une solution technique, développer une culture des solutions technologiques.* ». Les supports étudiés sont les structures matérielles et/ou logicielles et les constituants d'un système (choix des matériaux, liaisons mécaniques, systèmes énergétiques, traitement et transmission de l'information, et constituants tels que actionneurs, modulateurs, convertisseurs d'énergie...).

Le document d'accompagnement précise que c'est à partir de ces éléments que le professeur du tronc commun peut bâtir son enseignement. Actuellement, ce professeur est titulaire d'une agrégation ou d'un CAPET des différents génies (mécanique, électrotechnique, électronique, civil).

#### **14.4.3 Les enseignements de spécialité**

Les enseignements de spécialité sont pris en charge par un professeur agrégé ou par un professeur certifié correspondant à la spécialité : génie civil (architecture et construction), génie électrotechnique ou énergétique (énergies et environnement), génie mécanique (innovation technologique et éco-conception) et génie électronique (systèmes d'information et numérique).

Les programmes de spécialité sont structurés comme dans le tronc commun : objectifs ; compétences ; connaissances. Les objectifs de formation sont identiques aux quatre spécialités, mais tiennent compte des spécificités de chacune. Il s'agit notamment « *d'imaginer une solution pour répondre à un besoin* », de « *valider des solutions techniques* » à quoi s'ajoute « *gérer la vie du produit* » pour les spécialités architecture et

construction et innovation et création technologique, ou « *gérer la vie du système* » pour les spécialités énergies et environnement et système électronique numérique.

Les programmes sont divisés en trois ou quatre parties selon les spécialités. Il s'agit d'approfondir certaines des notions étudiées dans le tronc commun ou d'en aborder de nouvelles. Ces programmes possèdent une partie commune de projet technologique dont l'objectif est de faire vivre à l'élève les principales étapes d'un projet en lien avec la spécialité qu'il a choisie. Chaque spécialité fait également une large place à la conception par simulation. À cela s'ajoutent des objectifs spécifiques, points forts des spécialités, comme par exemple « *assurer le suivi d'une construction en prenant en compte la spécificité des caractéristiques du sol et du climat du site* » pour la spécialité AC (architecture et construction) ; « *développer une culture des solutions technologiques de transport et de distribution d'énergie* » pour EE (énergies et environnement) ; « *réaliser une pièce par un procédé de prototypage rapide et valider sa définition par son intégration dans un mécanisme.* » en ITEC (innovation technologique et éco-conception) ; « *installer, configurer, instrumenter un système réel et mettre en œuvre la chaîne d'acquisition.* » pour les élèves ayant opté pour la spécialité SIN (systèmes d'information et numérique).

Ce programme s'accompagne de recommandations pédagogiques précisées dans le document d'accompagnement<sup>1</sup>.

#### **14.4.4 Les recommandations pédagogiques**

Centrées de manière privilégiée sur une démarche inductive, les méthodes pédagogiques de l'enseignement technologique STI2D s'appuient sur trois démarches d'apprentissage.

La démarche d'investigation et celles de résolution de problèmes techniques sont mises en œuvre lors des activités de travaux pratiques organisés en cycle de plusieurs semaines autour d'un centre d'intérêt. Le document d'accompagnement donne une définition du centre d'intérêt :

« ... *thème s'appuyant sur un ensemble cohérent de compétences et/ou de connaissances d'un programme permettant d'organiser des activités sur supports pédagogiques pouvant être différents mais visant à atteindre le même objectif de formation et une phase de structuration de connaissances unique.* » (p. 160).

Les deux démarches sont complétées par des mini-projets et un projet technologique dont la mise en œuvre relève à la fois de la démarche pédagogique et de la situation d'apprentissage.

Ainsi existe-t-il une forte convergence entre les méthodes pédagogiques préconisées en baccalauréat STI2D et celles de la classe de sciences de l'ingénieur du baccalauréat général (cf. *supra* § 14. 2. 3). D'autres évolutions viennent conforter ce rapprochement.

---

<sup>1</sup> MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Enseignements technologiques transversaux et enseignements spécifiques (série STI2D)*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO). [http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceesGT\\_Ressources\\_STI2D\\_T\\_Enseignement\\_Technologique\\_Specifiques\\_182152.pdf](http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceesGT_Ressources_STI2D_T_Enseignement_Technologique_Specifiques_182152.pdf)

#### 14.4.5 De nouvelles épreuves d'examen et bientôt des travaux personnels encadrés ?

La rénovation du baccalauréat STI2D est l'occasion d'instaurer de nouvelles épreuves d'examen<sup>1</sup> et de nouvelles modalités d'évaluation terminale (annexe 14-13)<sup>2</sup>. Les enseignements technologiques transversaux donnent lieu, lors de l'examen, à une épreuve écrite de quatre heures (coefficient 8), tandis que les enseignements spécifiques à la spécialité sont évalués durant l'année terminale dans le cadre d'un projet (coefficient 6) auquel s'ajoute une épreuve ponctuelle orale de vingt minutes portant également sur le projet et affectée d'un coefficient 6. Les enseignements technologiques en langue vivante donnent lieu à une évaluation en cours d'année. Seuls sont pris en compte les points supérieurs à la moyenne de 10 sur 20, qui sont multipliés par deux.

Dans le cadre du rapprochement entre les baccalauréats général et technologique, l'histoire géographie est inscrite parmi les épreuves anticipées, passées en fin de classe de première du baccalauréat STI2D (épreuve orale de vingt minutes, coefficient 2). Il n'est pas exclu que ce rapprochement aille encore plus loin, avec la mise en œuvre de travaux personnels encadrés (TPE) en classe de première STI2D. Un décret<sup>3</sup> étend aux baccalauréats technologiques une disposition relative aux épreuves facultatives<sup>4</sup> du baccalauréat général, qui s'appliquerait à partir de la session 2013 de l'examen.

De la même façon, et comme pour les enseignements d'exploration sciences de l'ingénieur (SI) et création et innovation technologiques (CIT) et ceux de la spécialité sciences de l'ingénieur au baccalauréat scientifique (S-SI), la série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) a vocation à être implantée « *dans tous les lycées ou dans tous les réseaux de lycées qu'il conviendrait de mettre en place* » (Norbert Perrot 2010a)<sup>5</sup>.

Cependant, toujours selon Norbert Perrot (2011b)<sup>6</sup>, la série STI2D privilégie une approche concrète et inductive s'appuyant sur la technologie comme moyen d'acquérir les bases scientifiques nécessaires à la réussite dans l'enseignement supérieur tandis que la série S-SI préfère une approche analytique et conceptuelle s'appuyant sur les sciences pour découvrir et approfondir le monde technologique associé aux études supérieures.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 22 juillet 2011. JORF du 25 août 2011, texte 30. Modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 modifié relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995 et l'arrêté du 17 mars 1994 modifié complétant et modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995.

<sup>2</sup> Annexe 14 : désignations, coefficients, durées et natures des épreuves du baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D).

<sup>3</sup> Décret n° 2011-1196 du 26 septembre 2011. JORF n° 0225 du 28 septembre 2011, p. 16331. Relatif aux épreuves facultatives du baccalauréat technologique.

<sup>4</sup> Le décret permet la multiplication par un coefficient des points excédant la note de 10, obtenus aux épreuves facultatives.

<sup>5</sup> Perrot Norbert (2010a). *Différences bac S-SI et STI2D*. Diaporama. 10 novembre 2010.

<sup>6</sup> Perrot Norbert (2011b). *Séminaire académique S-SI*. Lycée Victor Hugo – Besançon. Diaporama. 26 mai 2011.

## 14.5 Un nouvel outil de représentation graphique pour les élèves du baccalauréat STI2D

Le programme d'enseignement transversal de la série STI2D s'inscrit dans une démarche d'ingénierie système. Le rapprochement dans un tronc commun de domaines aussi différents que la mécanique industrielle, le bâtiment et les travaux publics, l'électricité industrielle ou encore l'électronique multiplie les outils graphiques de représentation. Les auteurs des programmes de technologie de STI2D ont donc cherché à harmoniser ces outils.

### 14.5.1 Un langage graphique unique pour modéliser les systèmes

Le choix s'est porté sur un langage graphique unique<sup>1</sup> permettant de représenter, de décrire et de modéliser les systèmes selon différents points de vue<sup>2</sup>. Il s'agit du langage « SysML » (Systems Modeling Language), langage de modélisation graphique des systèmes, lui-même dérivé du langage de programmation orienté objet (POO) UML (Unified Modeling Language) utilisé pour la spécification et la conception de programmes informatiques.

Le langage SysML utilise neuf types de diagramme. Le programme d'enseignement de la série STI2D préconise de n'en mettre que six en œuvre. Chaque diagramme possède une fonction de représentation propre et utilise un graphisme spécifique. L'analyse des six diagrammes sélectionnés montre que ceux-ci couvrent les besoins traditionnels de l'analyse fonctionnelle externe, de l'analyse fonctionnelle interne et de la description du fonctionnement des systèmes. L'ensemble de ces six diagrammes permet de construire un « *modèle théorique unique du système* » (Jacques Perrin, 2011)<sup>3</sup>. Cependant les schémas spécifiques comme le graphe de flux d'énergie et les schémas structurels de type cinématique, électrique, fluide et architecturaux (mécanique, énergétique, informationnel) continuent d'être utilisés, tout comme la modélisation des asservissements, à l'aide de schémas blocs.

Le formalisme graphique des six diagrammes retenus du langage SysML permet de s'approcher des outils de description des systèmes utilisés auparavant en analyse fonctionnelle, tandis que d'autres offrent des possibilités nouvelles<sup>4</sup>.

### 14.5.2 L'utilité d'un nouveau formalisme synthétique

Pour l'analyse fonctionnelle externe des systèmes, le langage SysML permet la « *modélisation des exigences* » à l'aide de deux diagrammes. Le diagramme de cas d'utilisation (Use Case Diagram - annexe 14-14)<sup>5</sup> représente les fonctionnalités

---

<sup>1</sup> Différents concepteurs de logiciel proposent des versions du langage SysML (il existe des logiciels libres et payants).

<sup>2</sup> Une utilisation industrielle du langage permet de spécifier les systèmes, d'analyser la structure et le fonctionnement des systèmes, de décrire les systèmes et de concevoir des systèmes composés de sous-systèmes, et enfin de vérifier et valider la faisabilité d'un système avant sa réalisation.

<sup>3</sup> Perrin Jacques (2011). *STI2D et les modèles pour «l'ingénierie système»*. Réunion nationale des chefs de travaux. Diaporama. Lycée Diderot 1<sup>er</sup> février 2011.

<sup>4</sup> Les exemples proposés en annexe sont tirés d'un diaporama réalisé par le CERPET (2011). CERPET (2011). *Lave linge*. Diaporama de présentation du langage SysML réalisé en collaboration avec l'équipe de formateurs de l'académie de Rouen.

[https://www.cerpnet.adc.education.fr/ressources/1055/Presentation%20SYSML%20Lave linge.pdf](https://www.cerpnet.adc.education.fr/ressources/1055/Presentation%20SYSML%20Lave%20linge.pdf)

<sup>5</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme des cas d'utilisation (Use Case Diagram, uc).

systèmes. Il permet de remplacer le diagramme des interacteurs (et le diagramme pieuvre de la méthode APTE) ou le diagramme sagittal de l'analyse systémique utilisée en électronique. Le diagramme d'exigence<sup>1</sup> (Requirement Diagram) permet de spécifier le cahier des charges fonctionnel du système. Il est le seul diagramme qui possède deux modes de représentation (graphique et tabulaire). La forme graphique n'a pas d'équivalence parmi les outils de l'analyse fonctionnelle, mais la forme tabulaire reprend presque à l'identique le tableau de caractérisation des fonctions de la norme NF X 50-150<sup>2</sup> (annexe 14-15)<sup>3</sup> sur l'analyse de la valeur.

Pour l'analyse fonctionnelle interne des systèmes, le langage SysML permet la « *modélisation structurelle* »<sup>4</sup> à l'aide de deux diagrammes. Le diagramme de définition de bloc (Definition Block Diagram - annexe 14-16)<sup>5</sup> représente de façon statique les parties physiques du système (blocs fonction ou composant) et leurs propriétés (caractéristiques, paramètres...). Il permet de dessiner des diagrammes FAST<sup>6</sup> (cf. § 11.5.5 et 12.7.2) et peut être utilisé comme une nomenclature. Le diagramme de bloc interne (Internal Block Diagram - annexe 14-17)<sup>7</sup> matérialise les flux (énergie, matière et information) entre les parties physiques du système (blocs fonctions ou blocs composants). Il permet de dessiner des schémas fonctionnels (chaînes d'information et d'énergie) ou des actigrammes SADT.

Enfin, pour la description du fonctionnement temporel des systèmes, le langage SysML permet la « *modélisation comportementale* » à l'aide de deux diagrammes. Le diagramme de séquence (Sequence Diagram - annexe 14-18)<sup>8</sup> représente la chronologie des interactions entre les fonctions ou les éléments du système et/ou entre le système et le milieu extérieur, c'est une nouveauté parmi les outils de description des systèmes mis à la disposition des élèves. Le diagramme d'état (State Diagram - annexe 14-19)<sup>9</sup> représente les différents états que peut prendre le système ou un élément du système ainsi que les réactions aux événements extérieurs. Il permet de remplacer le GRAFCET et l'algorigramme. Son formalisme est proche de celui des graphes d'état.

Le programme d'enseignement du baccalauréat STI2D précise que le langage SysML doit être uniquement utilisé comme un outil de « *Représentation symbolique associée à la modélisation des systèmes* ». L'enseignement sur les schémas et diagrammes de type SysML « *se limite au mode lecture et interprétation sur des systèmes ou sous-systèmes simples* ». Cette limitation vise sans doute à éviter les dérives similaires à celles constatées lors de l'introduction de la méthode SADT<sup>10</sup> (cf. § 11.6.1 et 12.3). Ainsi la mise en œuvre de représentations des systèmes à l'aide de SysML est-elle réservée aux professeurs. Les élèves se contentent d'apprendre à décoder et à utiliser les diagrammes fournis. Il existe cependant une exception pour la

---

<sup>1</sup> Ce diagramme transversal permet de spécifier les fonctions et les contraintes imposées au système.

<sup>2</sup> NF X 50-150. (1990). Analyse de la valeur - Analyse Fonctionnelle - Vocabulaire (annexe A, p. 13). Remplace la norme expérimentale de mai 1985.

<sup>3</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme d'exigence (Requirement Diagram, req).

<sup>4</sup> Il s'agit d'un modèle fonctionnel, les structures sont représentées par des blocs.

<sup>5</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme de définition de bloc (Definition Block Diagram, bdd).

<sup>6</sup> Fonction Analysis System Technique.

<sup>7</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme de bloc interne (Internal Block Diagram, ibd).

<sup>8</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme de séquence (Sequence Diagram, seq).

<sup>9</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme d'état (State Diagram, stm).

<sup>10</sup> Structured Analysis Desing Technique.

spécialité systèmes d'information et numérique (SIN). Dans la spécialité SIN, les élèves doivent acquérir les compétences nécessaires pour « *imaginer une solution, répondre à un besoin* », « *exprimer le principe de fonctionnement d'un système à partir des diagrammes SysML pertinents* » ou bien encore procéder à la « *réalisation d'une représentation fonctionnelle (schémas blocs, norme SysML)* ».

Enfin, bien que non recommandé par les programmes, le diagramme paramétrique (Parametric Diagram - annexe 14-20)<sup>1</sup> peut être utilisé pour simuler le fonctionnement du système. Il est alors nécessaire d'exprimer les contraintes physiques entre les blocs (fonctions ou composants) à l'aide d'équations et de paramètres.

### 14.5.3 Un outil au service d'une nouvelle discipline ?

Au niveau du baccalauréat STI2D, le recours à un outil unique tel que le SysML comporte plusieurs avantages. D'une part, celui-ci constitue un langage transversal et unifié. Il offre ainsi un cadre commun et une unité aux quatre spécialités STI2D qui constituaient, avant la réforme, des génies industriels aux pratiques différentes. D'autre part, le langage graphique SysML utilise « *des modèles qui découlent les uns des autres* », ce que Jacques Perrin (2011)<sup>2</sup>, inspecteur général de l'Éducation nationale, ancien doyen du groupe sciences et technologies industrielles (2002- 2008), nomme « *le principe de l'HERITAGE qui donne la cohérence dynamique de la démarche.* ». Enfin, le logiciel est conçu de manière à ce qu'une modification sur un diagramme se répercute automatiquement sur les autres diagrammes.

Les manuels scolaires se sont emparés de façon inégale des outils SysML. Hachette technique<sup>3</sup> utilise toujours des modes de représentation anciens (schéma fonctionnel, diagramme FAST, etc.) alors que les diagrammes SysML sont parfaitement adaptés à ce type de représentation (annexe 14-21)<sup>4</sup>. De son côté, Nathan technique a généralisé l'utilisation de SysML. On retrouve dans un manuel par exemple la représentation d'un constituant réalisée à l'aide d'un seul bloc fonctionnel (annexe 14-22)<sup>5</sup>. Le langage SysML est utilisé comme un super-outil de description graphique. Cependant, aucune recommandation ne met en garde contre l'utilisation des diagrammes SysML, notamment contre les risques de confusion entre fonctions et composants, préjudiciables à l'analyse des systèmes. La nouveauté fait parfois oublier des règles de bon sens établies depuis de nombreuses années, ce qui donne lieu à des représentations inharmonieuses voire incohérentes. Ainsi en est-il des flèches qui symbolisent des informations identiques sur un même diagramme, mais entrent et sortent des blocs fonctionnels par la gauche, la droite, le haut ou le bas (annexe 14-23)<sup>6</sup>.

Les avantages du langage SysML au niveau du baccalauréat STI2D peuvent s'étendre aux autres niveaux de l'enseignement. Il sera intéressant de regarder comment

---

<sup>1</sup> Annexe 14 : langage SysML, diagramme paramétrique (Parametric Diagram, pd).

<sup>2</sup> Perrin Jacques (2011). *STI2D et les modèles pour « l'ingénierie système »*. Réunion nationale des chefs de travaux. Diaporama. Lycée Diderot 1<sup>er</sup> février 2011.

<sup>3</sup> Cimelli Claudio (2011). *Technologies 1. Du réel au modèle 1<sup>er</sup> STI2D toutes spécialités*. Paris : Hachette technique.

<sup>4</sup> Annexe 14 : une représentation traditionnelle sans le recours à un diagramme SysML chez Hachette, Claudio Cimelli (2011).

<sup>5</sup> Annexe 14 : représentation d'un constituant à l'aide d'un seul bloc fonctionnel.

<sup>6</sup> Annexe 14 : quand la nouveauté fait oublier les règles de représentation établies de longue date chez Nathan.



cet outil se développera, au collège, dans la spécialité sciences de l'ingénieur du lycée, en classes préparatoires et dans les écoles d'ingénieur. Il peut devenir un nouvel outil scientifique, au service de l'unification des enseignements de la technologie et contribuer ainsi au processus de disciplinarisation. En effet l'histoire montre que les outils graphiques ont, dès les années 1950, participé à favoriser l'évolution des pratiques pédagogiques et la diffusion de ces pratiques à tous les niveaux de l'enseignement. Nul doute que des professeurs novateurs vont s'emparer de ce nouvel outil pour dépasser son simple aspect graphique et utiliser pleinement ses ressources dédiées à la conception des systèmes.

## **14.6 Les professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur remplacent les professeurs de technologie**

Dans le prolongement des évolutions de la technologie au collège et des enseignements d'exploration en seconde<sup>1</sup>, de la réforme des baccalauréats de technologies industrielles, des changements opérés dans la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique (S-SI) et des transformations, en cours et prévues, dans l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur dans les classes préparatoires aux grandes écoles, une refonte complète du mode de recrutement et du statut des professeurs en charge des enseignements de la technologie est en cours.

Il s'agit de recruter des professeurs capables d'enseigner la technologie aux différents niveaux du secondaire ou de l'enseignement supérieur (brevets de technicien supérieurs et classes préparatoires aux grandes écoles). Cette phase fondamentale du processus de disciplinarisation est en voie de s'accomplir. Ainsi l'harmonisation du corps professoral en charge de l'enseignement de la technologie, des sciences de l'ingénieur et des sciences industrielles pour l'ingénieur vient-elle compléter l'homogénéisation progressive des contenus et des méthodes d'enseignement à l'œuvre depuis le début de la décennie 2000.

### **14.6.1 Le CAPET unique de sciences industrielles de l'ingénieur**

Un arrêté du 17 mars 2011<sup>2</sup> fixe la dénomination d'un nouveau certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) et les modalités d'organisation des concours, externe et interne, de recrutement à ce CAPET. Le CAPET de technologie (collège) et les douze options des sections génie civil, génie électrique, génie industriel, génie mécanique des CAPET industriels (annexe 14-24)<sup>3</sup> sont supprimés et remplacés par un CAPET unique sciences industrielles de l'ingénieur. Les titulaires de ce CAPET peuvent enseigner la technologie au collège, ou prendre en charge les enseignements de la spécialité sciences de l'ingénieur du Baccalauréat S, ou encore assurer les enseignements transversaux ou tronc commun (cf. § 14.4.2) du baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D).

---

<sup>1</sup> De sciences de l'ingénieur (SI) et de création et innovation technologique (CIT).

<sup>2</sup> Arrêté du 17 mars 2011. JORF n° 0078 du 2 avril 2011, p. 5884. Modifiant certaines modalités d'organisation des concours de recrutement de personnels enseignants du second degré relevant du ministre chargé de l'Éducation nationale.

<sup>3</sup> Annexe 14 : les sections du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) qui disparaissent au profit d'un CAPET unique de sciences industrielles de l'ingénieur.

Ce nouveau CAPET comporte quatre options : architecture et construction, énergie, information et numérique, ingénierie mécanique. Les titulaires de l'une des quatre options peuvent intervenir respectivement dans les enseignements des spécialités du baccalauréat STI2D architecture et construction (AC), énergies et environnement (EE), systèmes d'information et numérique » (SIN) et innovation technologique et éco-conception » (ITEC). L'arrêté de création du CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur précise la nature et le contenu des épreuves, leur durée et leurs coefficients.

Le concours externe du CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur comporte deux épreuves d'admissibilité et deux épreuves d'admission.

La première épreuve d'admissibilité consiste en une épreuve écrite de synthèse de sciences industrielles. D'une durée de cinq heures et affectée d'un coefficient 4, elle est commune à toutes les options et a pour but de :

*« Vérifier que le candidat est capable de mobiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour conduire une démarche systémique, élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances globales et détaillées d'un système des points de vue matière, énergie et information afin de valider tout ou partie de la réponse au besoin exprimé par un cahier des charges. »*

La deuxième épreuve d'admissibilité, d'une durée de cinq heures, repose sur l'étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation. Elle est spécifique à l'option choisie et affectée d'un coefficient 2. Il s'agit d'une étude portant sur un dossier technique ayant pour objectif de vérifier que le candidat est capable notamment de : conduire l'analyse fonctionnelle, temporelle, structurelle d'un système, d'un ouvrage et/ou d'une réalisation ; de proposer des solutions nouvelles ; d'identifier l'incidence de la variation d'un paramètre d'entrée sur le comportement d'un système ; d'effectuer une recherche de causes de dysfonctionnements et de proposer une esquisse de démarche de diagnostic.

La première épreuve d'admission, affectée d'un coefficient 4, se compose de quatre heures de travaux pratiques sur un système pluritechnique lié à l'option choisie par le candidat. Une heure de préparation est ensuite laissée à la disposition du candidat pour préparer une leçon de quarante minutes, prenant appui sur les travaux pratiques réalisés et relative aux enseignements de technologie du collège ou aux enseignements technologiques du baccalauréat STI2D ou encore à la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S. L'exposé de la leçon est suivi de vingt minutes d'entretien. L'épreuve a notamment pour but d'évaluer l'aptitude du candidat à : concevoir et organiser une séquence de formation avec un objectif pédagogique imposé et pour un niveau de classe donné ; analyser et vérifier les performances de tout ou partie d'un système pluritechnique, notamment à partir de modèles de comportement et de mesures ; conduire une expérimentation, une analyse de fonctionnement d'une solution ; mettre en œuvre des matériels ou équipements ; justifier les solutions constructives retenues et les choix relatifs à la réalisation ; exploiter les résultats obtenus et formuler des conclusions.

La deuxième épreuve d'admission, affectée d'un coefficient 2, comporte deux parties d'une durée totale d'une heure. Il s'agit d'une soutenance devant le jury (vingt minutes plus vingt minutes d'entretien avec le jury) portant sur un dossier technique et

scientifique réalisé par le candidat dans un des domaines de l'option préparée<sup>1</sup> (notée sur 14 points), suivie d'une interrogation portant sur la compétence "Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable" (notée sur 6 points). L'épreuve a notamment pour but de :

*« Vérifier que le candidat est capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son enseignement en collège ou en lycée... »*

*L'exposé et l'entretien permettent d'apprécier l'authenticité et l'actualité du problème choisi par le candidat, sa capacité à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'il suscite et à en dégager les points remarquables et caractéristiques de l'option choisie. Ils permettent également au candidat de mettre en valeur la qualité de son dossier et l'exploitation pédagogique qu'il peut en faire dans le cadre d'un enseignement... »*

Le concours interne du CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur comporte une épreuve d'admissibilité et une épreuve d'admission. L'épreuve d'admissibilité est identique à la première épreuve d'admissibilité du CAPET externe (épreuve écrite de synthèse de sciences industrielles), également d'une durée de cinq heures mais le coefficient n'est que de 2. L'épreuve d'admission est identique à la première épreuve d'admission du CAPET externe (travaux pratiques et présentation d'une leçon). Sa durée est également de cinq heures mais le coefficient n'est que de 1.

Une note de service<sup>2</sup> précise les programmes des concours externe et interne de ce nouveau CAPET. Ceux-ci se situent au niveau de la maîtrise des savoirs de master 2 et portent sur les programmes en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier de l'année du concours de : la technologie du collège ; les sciences de l'ingénieur de la voie générale du baccalauréat S ; l'enseignement technologique de la série STI2D ; les sciences industrielles de l'ingénieur des classes préparatoires aux grandes écoles. La deuxième épreuve d'admissibilité du concours externe, spécifique à chaque option, s'appuie sur les compétences décrites dans les programmes des BTS relatifs aux champs couverts par chaque option.

#### **14.6.2 L'agrégation unique de sciences industrielles de l'ingénieur**

De la même façon que les CAPET de technologie, les agrégations fusionnent pour laisser la place à une seule agrégation. Il est ainsi prévu (Norbert Perrot, 2011)<sup>3</sup> que les quatre agrégations de mécanique, génie civil, génie électrique, et génie mécanique soient remplacées à la session 2013 par une agrégation unique de sciences industrielles (annexe 14-25)<sup>4</sup>. Les textes réglementaires ne sont pas encore parus au moment de la publication de la présente thèse. Cette agrégation unique comporterait trois options : sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie mécanique ; sciences industrielles de

---

<sup>1</sup> Les dossiers sont déposés au secrétariat du jury cinq jours avant le début des épreuves d'admission.

<sup>2</sup> Note de service n° 2011-069 du 29-4-2011. BO n°19 du 12 mai 2011. <http://www.education.gouv.fr/cid56034/menh1109851n.html>

<sup>3</sup> Perrot Norbert (2011c). L'enseignement de la technologie Du cycle 3 de l'école aux CPGE, que d'évolutions ! *Technologie sciences industrielles*, 176, 2-4.

<sup>4</sup> Annexe 14 : les agrégations qui disparaissent au profit d'une agrégation unique de sciences industrielles de l'ingénieur.

l'ingénieur et ingénierie électrique ; sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions.

Ainsi disparaissent les différences entre l'agrégation de mécanique des lycées, créée en 1968<sup>1</sup> et orientée vers la conception industrielle, et les agrégations de génie mécanique, génie électrique et génie civil, créées en 1975<sup>2</sup>, dont la finalité était la construction et la production industrielles. Cette fusion des agrégations marque une homogénéisation de la finalité des enseignements de technologie et renforce l'harmonisation en cours des contenus et des méthodes d'enseignement. De plus, le glissement sémantique des sciences industrielles « pour » l'ingénieur vers les sciences industrielles « de » l'ingénieur participe à une harmonisation progressive des étiquetages.

### **14.6.3 Un rôle nouveau pour les chefs de travaux des sections industrielles des lycées**

La dernière pierre de la réforme de l'édifice de l'encadrement pédagogique des sciences industrielles et de la technologie concerne le chef de travaux des sections industrielles des lycées<sup>3</sup>. En 2011, deux documents viennent redéfinir son rôle, une circulaire<sup>4</sup> et le document d'accompagnement des programmes du baccalauréat STI2D<sup>5</sup>.

La circulaire précise que le chef de travaux est placé sous l'autorité directe du chef d'établissement et qu'il participe aux instances de l'établissement où sa présence est requise. Quatre missions principales lui sont confiées : le conseil au chef d'établissement ; l'organisation des enseignements technologiques et professionnels ; la coordination et l'animation des équipes d'enseignants ; les relations avec les partenaires extérieurs.

Le document d'accompagnement ne distingue que trois grandes missions du chef de travaux : « *responsable pédagogique, manager des enseignants et chef de projet* ». Celui-ci « *doit être capable de mettre en cohérence les emplois du temps des classes et des enseignants de STI* » dans le cadre des horaires officiels. Il est « *la seule personne dans le lycée à qui on reconnaît cette expertise, grâce notamment au lien qu'il a fréquemment avec l'IA - IPR de STI.* ». Les documents officiels précisent que le chef de travaux est une personne qui connaît les programmes d'enseignement et les référentiels de formation, mais aussi les compétences des professeurs et les plateaux techniques. Son rôle est primordial, comme « *le garant de la valeur pédagogique de l'organisation des enseignements de STI.* ».

---

<sup>1</sup> Arrêté du 8 novembre 1968. BO n° 42 du 28 novembre 1968, p. 3114. Institution d'une agrégation « mécanique » des lycées.

<sup>2</sup> Arrêté du 18 mars 1975. BO n° 14 du 10 avril 1975, p. 1302. Création d'une agrégation de Génie civil. Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2494. Création d'une agrégation de Génie électrique.

Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2496. Création d'une agrégation de Génie mécanique.

<sup>3</sup> Il s'agit des lycées généraux et technologiques et des lycées professionnels.

<sup>4</sup> Circulaire n° 2011/215 du 1<sup>er</sup> décembre 2011. BO n° 46 du 15 décembre 2011. Chefs de travaux Fonctions.

<sup>5</sup> MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Enseignements technologiques transversaux et enseignements spécifiques (série STI2D)*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO).

[http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceeGT\\_Ressources\\_STI2D\\_T\\_Enseignement\\_Technologique\\_Specifiques\\_182152.pdf](http://media.eduscol.education.fr/file/STI2D/15/2/LyceeGT_Ressources_STI2D_T_Enseignement_Technologique_Specifiques_182152.pdf)

#### 14.6.4 Les conséquences sur l'organisation pédagogique des enseignements

La fusion des CAPET et des agrégations n'est pas sans conséquence sur l'organisation pédagogique des enseignements, notamment au lycée. En effet, jusqu'à la mise en place des réformes, les enseignants sont spécialisés. Soit ils enseignent leur spécialité (cf. *supra* les différents CAPET) dans l'un des baccalauréats technologiques, soit les professeurs de génie électrique et de génie mécanique se partagent à égalité les enseignements de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S et forment alors une équipe pédagogique.

Dorénavant, les professeurs, en plus de leur spécialité, doivent assurer un enseignement polyvalent. Un groupe de réflexion baptisé « Fabriquons nos idées ! » et constitué de cinq associations<sup>1</sup> a procédé à une étude comparative des avantages et inconvénients des deux approches, « *une équipe d'enseignants disciplinaires travaillant en équipe pour délivrer une vue pluridisciplinaire* » ou « *un enseignant de sciences industrielles généraliste pour un niveau de formation donnée* ».

Parmi les avantages de l'approche en équipe, le groupe de réflexion note une exemplarité du travail en équipe pour les élèves, et pour les enseignants, une complémentarité, un enrichissement mutuel et une dynamique d'équipe stimulante, une veille technologique individuelle plus pointue, une facilité pour changer de niveau d'enseignement et une expertise valorisable dans le domaine industriel favorisant la formation continue. En contrepartie, le groupe pointe les difficultés inhérentes à la constitution et à la gestion des équipes tout comme l'effort important nécessaire pour inviter les personnes à travailler l'une avec l'autre et non l'une à côté de l'autre.

Dans le cas de l'approche un enseignant par niveau, le groupe de réflexion voit surtout des avantages pour l'institution, en termes de coûts et de gestion du personnel rendue plus simple et plus flexible. Les inconvénients sont alors supportés par les élèves avec un contre-exemple de travail en équipe, et par les enseignants, isolés, hors de toute dynamique d'équipe. Ces derniers sont en proie à des difficultés dans la prise de recul ou la veille technologique à réaliser dans plusieurs champs disciplinaires.

Au vu de cette étude, l'approche « un enseignant par niveau » n'a pas les faveurs des associations professionnelles. Sa mise en œuvre apparaît cependant comme une étape importante dans le processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie. En effet, l'existence de professeurs uniques, tous étiquetés « sciences industrielles de l'ingénieur » et recrutés à la suite d'un seul concours, au CAPET ou à l'agrégation, contribue à l'alignement de l'enseignement de la technologie sur le modèle des disciplines anciennes et reconnues, comme les mathématiques ou davantage encore les sciences physiques.

---

<sup>1</sup> L'AAEE-ENS Cachan (Association des anciens élèves et des élèves des sections normales de l'École normale supérieure de l'enseignement technique et de l'École normale supérieure de Cachan), l'AFDET (Association française pour le développement de l'enseignement technique), l'UPGE (Union des professeurs de génie électrique), l'UPGM (Union des professeurs de génie mécanique) et l'UPSTI (Union des professeurs de sciences et techniques industrielles). L'UPSTI qui regroupe des professeurs de génie électrique et de génie mécanique de sciences industrielles pour l'ingénieur intervenant en classes préparatoires n'a pas participé à cette étude (cet enseignement est déjà pris en charge par un seul professeur).

En attendant le recrutement des nouveaux professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur au niveau master 2, il est nécessaire de former les enseignants actuellement en poste dans les établissements.

#### **14.6.5 La formation des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur**

Pour prendre en charge la reconversion de quelque 10 000 à 15 000 enseignants, l'inspection générale de sciences industrielles (Norbert Perrot, 2010b)<sup>1</sup> a prévu un plan de formation étalé sur une durée de trois ans. L'objectif est de permettre à tous les professeurs de sciences et techniques industrielles, quelle que soit leur spécialité d'origine, d'assurer l'enseignement de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S et l'enseignement de tronc commun du baccalauréat STI2D.

La reconversion est organisée par la mise en place de formations collaboratives *via* la plate-forme Pairform@nce<sup>2</sup>. L'offre de formation en ligne est intégrée aux plans académiques de formation. Des consignes ont été données pour réserver une journée dans les emplois du temps des professeurs afin de leur permettre de participer aux formations en présentiel.

Du côté du collège, la question de la reconversion des professeurs certifiés de technologie n'est pas réglée. Ils auront à terme le choix entre rester spécifiquement en collège ou poser leur candidature pour des postes en lycée, en technologie ou en mathématiques.

### **14.7 L'accélération du processus de disciplinarisation**

En 2010, l'homogénéisation des enseignements de la technologie, entamée au début des années 2000 (cf. § 13.2 et 13.4), se poursuit et contribue ainsi à la construction verticale d'un enseignement technologique. La réécriture des programmes spécifiques de sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique S est en effet l'occasion d'introduire, sous le nom de « méthode de l'ingénieur », la démarche ingénieur initiée en sciences industrielles pour l'ingénieur dans les classes préparatoires. De la même façon, les méthodes de l'enseignement de la technologie introduites au collège en 2008 dans la continuité de l'école primaire sont reprises au lycée. Elles s'appuient, en classe de seconde et dans le cycle terminal des baccalauréats S et STI2D, sur des études de cas permettant une démarche d'investigation et/ou une démarche de résolution de problèmes techniques et sur des projets technologiques. Signe de cette mutation, en 2011, la revue *Technologie* éditée par le Centre national de documentation pédagogique SCEREN<sup>3</sup> CNDP - CRDP ouvre ses colonnes au collège<sup>4</sup> et couvre ainsi un large champ de l'enseignement technologique du secondaire au supérieur.

---

<sup>1</sup> Perrot Norbert (2010b). *Réforme de la série STI : « Une déprofessionnalisation complète et assumée des enseignements »*. Entretien accordé à l'AEF. Agence d'informations spécialisées - enseignement et formation. 22 décembre 2010. Dépêche n°142758.

<sup>2</sup> <http://national.pairformance.education.fr/>

<sup>3</sup> Le SCÉREN est un réseau d'établissements publics ayant une mission commune : répondre aux besoins des acteurs et des usagers du système éducatif, en proposant un accueil, en offrant de la documentation, des éditions, des animations pédagogiques et de l'expertise en ingénierie éducative...

[http://www2.cndp.fr/cndp\\_reseau/](http://www2.cndp.fr/cndp_reseau/)

<sup>4</sup> Taillard Philippe (2011). *Technologie s'enrichit du collège*. Éditorial. *Technologie sciences industrielles*, 176, 1.

Cependant, la réforme de la classe de seconde qui laisse aux établissements la liberté du choix des enseignements d'exploration ne permet pas de proposer des enseignements technologiques à tous les élèves. Ce bémol vient altérer l'harmonie d'un curriculum disciplinaire attaché à la technologie. Pour Norbert Perrot (2011c)<sup>1</sup>, doyen du groupe STI : « *Il est fort regrettable que la continuité des enseignements technologiques soit interrompue actuellement au niveau de la classe de seconde* ». Le doyen poursuit : « *cette particularité est surprenante dans un monde de plus en plus technologique. Il faudra au moment opportun remettre l'ouvrage sur le métier.* ».

Dans un contexte où l'administration cherche des moyens pour lutter contre la désaffection des jeunes pour les études de sciences et de technologie, un élément statistique important plaide pour le développement du baccalauréat S spécialité sciences de l'ingénieur. En effet le constat que 90% des élèves titulaires de ce baccalauréat poursuivent des études scientifiques et technologiques supérieures longues donne un argument à l'inspection générale du groupe de sciences et techniques industrielles (STI) pour revendiquer l'implantation de cette série dans tous les lycées. Comme le précise Norbert Perrot (2011a)<sup>2</sup>, seulement 40 % des bacheliers S poursuivent des études dans une voie scientifique et technologique. Une majorité des élèves prépare donc un baccalauréat scientifique uniquement parce que celui-ci offre un maximum de débouchés.

La voie technologique, et notamment la série STI2D destinée à conduire plus d'élèves au niveau master 2, est également appelée à se généraliser dans l'ensemble des lycées et à devenir une voie d'excellence. C'est ainsi l'ensemble de l'enseignement technologique qui se trouve valorisé. Mais, comme l'analyse Joël Lebeaume et Christian Hamon (2011)<sup>3</sup>, il s'agit d'un challenge.

Enfin, les sciences industrielles de l'ingénieur acquièrent une plus grande visibilité grâce à un CAPET unique et à une seule agrégation, ce qui contribue à l'accélération du processus de disciplinarisation.

---

<sup>1</sup> Perrot Norbert (2011c). L'enseignement de la technologie Du cycle 3 de l'école aux CPGE, que d'évolutions ! *Technologie sciences industrielles*, 176, 2-4.

<sup>2</sup> Perrot Norbert (2011a). *Journée pédagogique. Plan National de Formation Chefs de Travaux*. Diaporama, 17 mars 2011.

[https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT\\_17%20mars%202011.pdf](https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT_17%20mars%202011.pdf)

<sup>3</sup> Lebeaume Joël, Hamon Christian (2011). La « déprofessionnalisation » et la « déspecialisation » de la voie technologique : un challenge. *aef.Info* : <http://leclub.aef.info/idees/les-articles/231-ladeprofessionnalisation-et-la-despecialisation-de-la-voie-technologique-un-challenge.html>

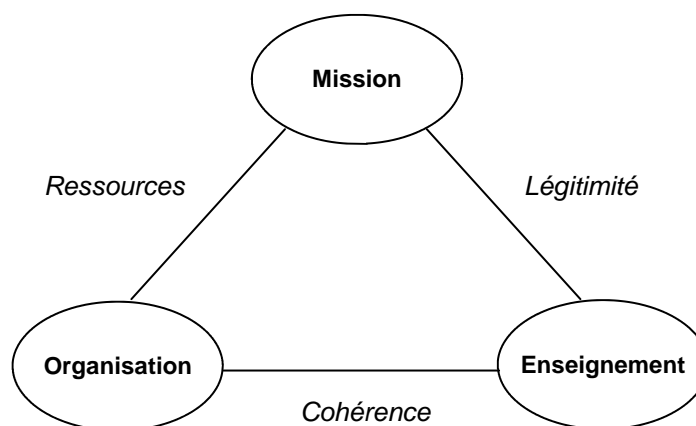
## 15. La disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Un processus spécifique

Après cette investigation de l'évolution de l'enseignement technique long restituée dans les pages précédentes, il convient de rappeler le questionnement initial et les grands mouvements identifiés en soulignant plus particulièrement les transformations de la Libération à 2012.

La préoccupation fondatrice de la recherche menée concerne le processus de disciplinarisation de la technologie industrielle. Il s'agit plus particulièrement de rendre compte de ce processus et d'identifier les facteurs déterminants et les enjeux qui conduisent cet enseignement à s'ériger en tant que discipline scolaire. Dans le cas de l'enseignement technique, celui-ci se détache progressivement de sa mission initiale de formation professionnelle pour celle d'un enseignement plus général de sciences de l'ingénieur. Ce changement de finalité (déprofessionnalisation) de l'enseignement technologique et des contenus (scientifisation) caractérise le processus étudié.

Pour mettre au jour le processus de construction disciplinaire de la technologie au lycée et dans les classes préparatoires, l'analyse didactique et historique menée principalement à partir de l'étude des prescriptions s'appuie sur un modèle d'étude curriculaire (fig. 15-1) qui focalise les missions, l'organisation (administrative et pédagogique) et l'enseignement (contenus et méthodes).

Dans ce schéma tripolaire d'un enseignement, les missions en fixent la légitimité qui s'exprime par des choix d'enseignement (objectifs, contenus, références) et justifient les ressources (organisationnelles, administratives et pédagogiques) nécessaires à sa mise en œuvre. L'indispensable mise en cohérence entre organisation et enseignement est alors source de contraintes ou de potentialités nouvelles.



**Figure 15-1 : schéma tripolaire d'un enseignement**

L'étude tant synchronique que diachronique des évolutions et des ruptures que révèlent ces trois descripteurs permet, conformément à l'itinéraire de recherche mis en œuvre pour la reconstruction des enseignements de technologie industrielle et défini au § 3.1, de décrire le processus de disciplinarisation (§ 15.1), de comprendre l'alignement



de la technologie sur le modèle disciplinaire (§ 15.2) et la construction didactique de contenus enseignables de technologie (§ 15.3). Enfin, l'analyse de ces éléments permet d'inférer les déterminants d'un processus dynamique, phénomène complexe lié à de multiples enjeux (§ 15.4).

L'analyse didactique et historique conduit à distinguer trois périodes successives significatives du processus de disciplinarisation.

## **15.1 Trois moments essentiels du processus de disciplinarisation**

L'histoire de l'enseignement technique est marquée par les tensions entre partisans d'un enseignement désintéressé préparatoire à l'apprentissage et ceux d'une véritable formation professionnelle. Ces dissensions s'achèvent, pendant la Seconde Guerre mondiale, par la fusion, au sein des collèges techniques, des Écoles pratiques de commerce et d'industrie et des sections industrielles des Écoles primaires supérieures et par la naissance d'un enseignement professionnel élémentaire. La Libération inaugure alors trois périodes au cours desquelles l'enseignement technologique prend progressivement la forme d'un enseignement disciplinaire.

### **15.1.1 La configuration de l'enseignement technique (1945 – 1958)**

L'immédiat après-guerre est une période décisive pour l'enseignement technique en raison des impératifs de reconstruction du pays. L'enseignement technique, qui demeure parallèle aux enseignements primaire et secondaire avec sa direction propre, se réorganise en trois filières distinctes dont les missions sont respectivement de former des ouvriers dans les centres d'apprentissage (CA), des techniciens dans les collèges techniques (CT) et les Écoles nationales professionnelles (ENP) et d'assurer la sélection de sa propre élite (section spéciale des ENP préparatoire au baccalauréat technique), futurs ingénieurs des Arts et Métiers ou professeurs d'enseignement technique appelés à suivre la formation de l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET). Cette nouvelle configuration pose les bases d'une répartition des rôles au sein de l'enseignement technique. La création du diplôme de brevet de technicien (1952), qui sanctionne des études spécialisées doit permettre l'élévation de la formation des techniciens et mettre fin à leur pénurie.

Le chronogramme (fig. 15-2 *infra*), repère cette configuration selon trois filières avec une différenciation des établissements, des diplômes et des titres délivrés. Il n'indique pas d'autres faits marquants de cette période (fig. 15-3 *infra*), notamment la structuration des contenus d'enseignements autour du triptyque « dessin industriel, technologie et travaux d'usinage ». Ces derniers, pris en charge par onze catégories de maîtres d'atelier révèlent une situation héritée du passé de l'enseignement technique. La question de la formation des professeurs est alors posée. Cinq ENNA sont créées (1946). L'ENSET, dont la durée de formation passe à trois ans (1948), est dotée d'un centre de formation à Cachan (CNET, 1956) chargé notamment de la formation : des professeurs de dessin industriel, futurs titulaires du nouveau certificat d'aptitude au professorat dans les écoles nationales professionnelles et les collèges techniques (créé en 1951) ; des professeurs des écoles supérieures de l'enseignement technique (instauration d'une quatrième année en 1956) ; des professeurs techniques adjoints qui interviennent dans les ateliers (1957).

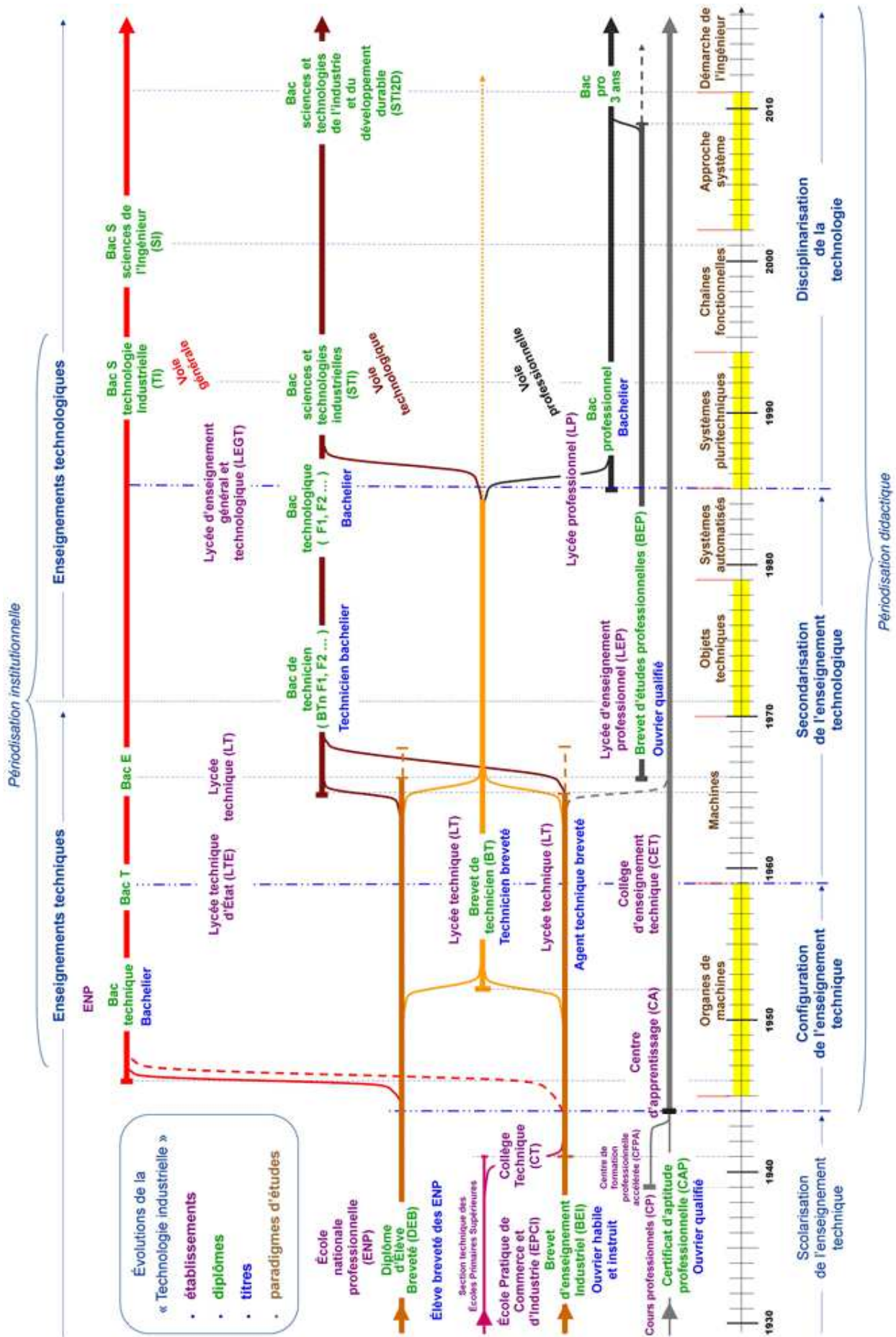


Figure 15-2 : repères du processus de disciplinarisation



### 15.1.2 La secondarisation de l'enseignement technologique (1959 – 1984)

Avec l'ordonnance de 1959 qui conduit à la structuration d'un système éducatif unifié, l'enseignement technologique entame sa phase de secondarisation, c'est-à-dire celle de son intégration à l'enseignement du second degré construit sur le modèle de l'enseignement secondaire et à son alignement à ce format privilégié. La création des CAPET et des lycées techniques (1959) est à cet égard un fait majeur.

Cette période coïncide avec l'installation de façon irréversible de la modernité, affectant les objets, la société, la culture et l'école (Joël Lebeaume, 1997)<sup>1</sup>. Dans le contexte international de l'électrochoc lié au lancement du premier Spoutnik (1957) et dans le contexte des enjeux de la démocratisation de la scolarisation et de la prolongation de la scolarité à 16 ans, l'enseignement technique qui ne recrute plus après l'école primaire contribue au besoin important de techniciens. Les contenus et les qualifications marquent alors les changements majeurs.

C'est ainsi que les méthodes et les outils d'analyse technique développés dans les centres d'apprentissage (CA) avec une pédagogie adaptée à un public peu porté sur l'enseignement général sont développés et généralisés dans les nouveaux lycées techniques et au collège où la technologie fait sa tentative d'entrée (1962).

Les brevets de technicien (BT) industriels évoluent vers des baccalauréats de technicien, délivrés pour la première fois en 1969, qui entrouvrent la porte des études supérieures. Cette évolution correspond à une déspecialisation et à une déprofessionnalisation d'une partie de l'enseignement technique auxquelles s'ajoute le changement de dénomination de l'enseignement technique pour celle d'enseignement technologique (loi de 1971). Mais ce changement terminologique et sémantique, qui intègre la création des BTS (1962) et des BEP et DUT (1966), marque aussi la différenciation de l'enseignement technique entre enseignement professionnel devenu voie de relégation (Vincent Troger, 2006)<sup>2</sup> et enseignement technologique (baccalauréats E et F, fig. 15-2).

En continuité, l'alignement de l'enseignement technologique est valorisé par l'élévation de son niveau, la création des agrégations de génie mécanique, génie électrique et génie civil (1975) et l'ouverture de classes préparatoires technologiques aux grandes écoles (1977, cf. fig.15-4 *infra*). Dans cette perspective d'un enseignement technologique et général, les différentes classes de seconde technique sont unifiées et un enseignement optionnel de technologie, reconnu officiellement comme « *enseignement de culture générale scientifique* », est proposé à tous les lycéens (1981). Concernant les contenus liés aux mutations technologiques, une méthode d'analyse technique est mise au point pour l'enseignement de la technologie de construction. L'étude des automatismes cède la place à celle des systèmes automatisés ; le langage GRAFCET induit de nouvelles méthodes pédagogiques et conforte la dimension scientifique de l'enseignement technologique.

---

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (1997). Des travaux manuels à la technologie. Reconversion et reconstruction d'identité. *Recherche et formation*, 25, 23-32.

<sup>2</sup> Troger Vincent (2006). *Les enseignements techniques et professionnels : la part d'ombre du système scolaire*. In J. Beillerot et N. Mosconi (Dir.). *Traité des sciences et des pratiques de l'éducation*, (pp. 243-253). Paris : Dunod.



### 15.1.3 La disciplinarisation de la technologie (1985 – 2012)

Au milieu des années 1980 débute une graduelle organisation curriculaire verticale de la technologie, du collège aux classes préparatoires, à l'image des disciplines scientifiques plus anciennes et reconnues, comme les mathématiques ou la physique.

En créant un baccalauréat professionnel, la loi de 1985 entérine la dualité entre la voie professionnelle et l'enseignement général et technologique. Le détachement de l'enseignement professionnel est conforté par les créations des options de technologie des systèmes automatisés en seconde de détermination (productique et TSA en 1986), des baccalauréats technologiques (1986). La rupture provoquée par l'abandon à la fin des années 1980 des travaux d'usinage dans les ateliers (le baccalauréat E devient un baccalauréat scientifique en 1992), s'articule avec l'introduction des sciences industrielles pour l'ingénieur lors de la réforme des CPGE de 1995. Dans les lycées d'enseignement général et technologique, l'uniformisation des corps de professeurs aboutit à un enseignement de la technologie par un corps unique de professeurs certifiés ou agrégés.

Les années 2000 renforcent ces évolutions. Chaque réforme (seconde en 2000, baccalauréat S sciences de l'ingénieur en 2001, classes préparatoires en 2004 et 2005, collège en 2005 et 2008) contribue à une homogénéisation progressive des méthodes, des contenus d'enseignement et de leur organisation administrative et pédagogique par le corps d'inspection. En 2011, la disciplinarisation de la technologie trouve un nouveau prolongement avec le mixage des baccalauréats technologiques en un seul baccalauréat STI2D, non spécialisé, déprofessionnalisé et voué à la poursuite d'études à « bac + 5 ». Ainsi, à l'issue du collège, l'unique mission assignée à la technologie et aux sciences de l'ingénieur est la poursuite d'études scientifiques. Ces dernières évolutions annoncent l'achèvement prochain du processus de disciplinarisation de la technologie.

Ces derniers développements se produisent cependant dans un contexte national et international de décompartimentation des disciplines qu'indiquent l'émergence et l'essor de l'enseignement intégré de science et technologie (EIST<sup>1</sup> en France, cf. rapport de l'inspection générale<sup>2</sup>; STEM<sup>3</sup> à l'étranger<sup>4</sup>). Les récents travaux de recherche internationaux discutent en ce sens le positionnement de la technologie et mettent en évidence ses difficultés pour maintenir sa singularité dans le cadre de cette intégration curriculaire (Marc J. De Vries, 2011<sup>5</sup>, Joël Lebeaume, 2011<sup>6</sup>, David Barlex et David Spendlove, 2011)<sup>7</sup>. Ainsi la technologie en passe d'être identifiée en tant que discipline scolaire est-elle prise dans un nouveau mouvement, d'intégration des enseignements

---

<sup>1</sup> Sciences de la vie et de la terre, physique-chimie, technologie.

<sup>2</sup> IGEN (200). Rapport de l'inspection générale de l'Éducation nationale sur l'enseignement intégré des sciences et technologie (EIST). <http://ife.ens-lyon.fr/formation-formateurs/une-mission-formation-qui-se-structure/dispositifs-pedagogiques-1/demarche-dinvestigation>

<sup>3</sup> *Science, technology, engineering, maths.*

<sup>4</sup> Cf. par exemple : Massachusetts Institute of Technology (2011). *The third revolution : The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering.*

<sup>5</sup> De Vries Marc J. (2011). *Positioning Technology Education in the Curriculum.* Rotterdam : Sense Publishers.

<sup>6</sup> Lebeaume Joël (2011b). Integration of Science, Technology, Engineering and Mathematics: Is the Curricular Revolution really possible in France ? *Design and Technology Education : An International Journal*, 16, 1, 47-52.

<sup>7</sup> Barlex David, Spendlove David (2011). Éd. *Design and Technology Education : An International Journal*, 16-1.

scientifiques, résultant d'une nouvelle vision du curriculum dont l'avenir dira si ce mouvement va s'amplifier ou disparaître.

Pour comprendre la disciplinarisation de la technologie, entamée en 1946 avec la création du baccalauréat mathématiques et technique, il est nécessaire de revenir sur les déterminants du processus de disciplinarisation.

## **15.2 Un processus dynamique d'alignement sur le modèle disciplinaire**

Pour répondre aux missions qui lui sont confiées, l'enseignement technique et technologique est contraint à des changements (cf. *supra*). Pour perdre sa vocation d'enseignement professionnel et acquérir le statut de discipline scolaire, l'enseignement technique, puis technologique, adopte progressivement un format conforme à l'enseignement secondaire, c'est-à-dire celui d'un enseignement désintéressé qui prépare à l'enseignement supérieur.

### **15.2.1 L'offre d'une voie d'excellence**

Pour prendre le format d'une discipline scolaire, un enseignement doit être structuré selon une organisation verticale susceptible de fournir aux élèves, et notamment les meilleurs, toutes les chances d'accéder à l'enseignement supérieur. L'existence d'une voie d'excellence constitue alors un moyen idéal pour atteindre cet objectif.

L'enseignement technique a d'abord mis au point un système interne chargé de sélectionner et de former l'élite de ses futurs cadres, le baccalauréat technique (1946) et les classes préparatoires spéciales (1959), voie royale capable d'attirer les meilleurs éléments vers les Arts et Métiers ou l'ENSET, le professorat dans les ENNA, le métier d'inspecteur. Le baccalauréat technique devient vite une véritable vitrine pour l'enseignement technique. Au début des années 1990, le « bac technique » ou « bac E » est promu au rang de baccalauréat scientifique. L'introduction des sciences industrielles pour l'ingénieur dans les classes préparatoires qui mènent aux grandes écoles d'ingénieurs constitue en 1995 le couronnement de cette voie d'excellence.

### **15.2.2 La poursuite d'étude pour principale mission**

À la Libération, l'enseignement technique est configuré en trois degrés. Le baccalauréat technique est créé pour la poursuite d'étude vers l'enseignement technique supérieur (ENSET et Arts et Métiers). Un véritable enseignement professionnel est institué (CAP puis BEP) tandis que l'enseignement technique (brevet de technicien) conserve sa vocation professionnelle pour former des techniciens. Cependant l'enseignement technique doit absorber une grande part de la massification du système éducatif et, ainsi, participer à sa démocratisation. Cette répartition des rôles tend à une élévation du niveau de la formation dispensée par l'enseignement technologique. Avec la création du baccalauréat de technicien (1965), l'enseignement technique s'éloigne de sa vocation initiale et ouvre une porte sur l'enseignement supérieur tout en conservant une finalité professionnelle.

Au début des années 1980, l'enseignement technologique est saisi d'une nouvelle demande institutionnelle. Il doit permettre d'attirer davantage de jeunes vers les

formations scientifiques et techniques. Ce mot d'ordre devient un leitmotiv pour répondre à un besoin de main-d'œuvre hautement qualifiée, fournir à l'industrie une élite « technicienne » de cadres et d'ingénieurs pour assurer l'indépendance et le développement économique du pays (productivité, compétitivité, innovation technologique, puis développement durable). Finalement en 2011, la voie technologique conserve pour unique mission la poursuite d'études. Ainsi renaît la dualité entre l'enseignement professionnel d'un côté et l'enseignement général et technologique de l'autre. Ce dernier peut revendiquer le titre de discipline scolaire à part entière.

### **15.2.3 Le passage d'une structure verticale à une autre**

En une trentaine d'années, entre 1950 et 1980, l'organisation de l'enseignement est passée d'un verticalisme de différents ordres d'enseignement parallèles (primaire, technique, secondaire) à un verticalisme curriculaire unique organisé en disciplines scolaires. L'enseignement technique autonome qualifié par Pierre Quef<sup>1</sup> de « pyramide impressionnante » (p. 256) est incorporé à un système éducatif unifié en 1959. La réforme Berthoin est le prélude à une structuration verticale progressive de la technologie prenant appui sur les modifications plus générales du système éducatif. Cette structure se construit par morceaux (collège, lycées, supérieur), à la manière d'un puzzle, pour s'assembler ensuite au gré des opportunités nées des réformes imposées, en fonction des possibilités du moment, mais aussi des contraintes.

Les changements de dénomination des établissements et des diplômes apportent certains repères. Les évolutions structurelles se produisent par cycles, avec des décalages qui masquent la cohérence du mouvement d'ensemble. La progressive uniformisation des classes techniques de seconde (classes charnières dans la scolarité) s'accompagne de l'essai d'insertion de la technologie au collège au début des années 1960 et de la création des premiers baccalauréats de techniciens quelques années plus tard (1967). Parallèlement l'enseignement professionnel élargit sa sphère d'influence (BTS en 1962 et BEP en 1966). La création des classes préparatoires technologiques (1977), des baccalauréats technologiques (1985) et des secondes TSA (1986) sont les préludes à une homogénéisation et à une mise en cohérence graduelle des enseignements technologiques (contenus, méthodes, outils, compétences) aux différents niveaux du secondaire et du supérieur (réforme des classes préparatoires en 1995). Ces phénomènes s'accroissent après les années 2000 et se concrétisent entre 2005 (collège et classes préparatoires) et 2011 (lycée). La technologie s'organise de manière cohérente sous la forme tubulaire d'un continuum disciplinaire.

### **15.2.4 Une mise au format conforme à l'enseignement secondaire**

Les changements majeurs qui accompagnent la structuration verticale de la technologie affectent principalement l'enseignement technique moyen héritier d'un long passé. C'est ainsi que le format des enseignements est aligné progressivement sur celui d'un enseignement général scientifique comme les mathématiques ou les sciences physiques et chimiques. La partie la plus visible de ce rapprochement est sans conteste la réduction des horaires consacrés à l'enseignement de la technologie. Un élève qui prépare le « bac technique » en 1946 suit 50 heures hebdomadaires d'enseignement

---

<sup>1</sup> Quef Pierre (1964). *Histoire de l'apprentissage. Aspects de la formation technique et commerciale*. Paris : Librairie générale de droit et de jurisprudence.



(technologie, dessin, atelier), réparties sur les classes de seconde, première et terminale. Ce chiffre passe à 37 heures en 1972 pour préparer un « bac E », et à 16 heures et demie en 2011 en « bac S » (annexe 15-1)<sup>1</sup>. De la même façon, la nature, la durée et le coefficient des épreuves d'examen n'ont cessé d'évoluer et continuent d'évoluer (annexe 15-2)<sup>2</sup>. Selon la revue *L'étudiant*<sup>3</sup>, à partir de 2013 « un oral de 20 minutes (coefficient 2) viendrait se substituer à l'épreuve pratique de 3 heures (coefficient 5) »<sup>4</sup> en spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S.

### 15.2.5 La scientification de la technologie, synonyme de renouvellement de l'enseignement technique

La scientification, la désécialisation, et la déprofessionnalisation des enseignements sont trois évolutions majeures qui mènent l'enseignement technique vers la technologie et aux sciences de l'ingénieur.

La scientification des enseignements techniques au niveau moyen débute avec les nouveaux programmes de collège technique (1946, cf. § 7.2.1). Elle se développe ensuite progressivement comme en témoigne l'évolution des paradigmes d'étude de la technologie. La scientification de l'enseignement de la technologie connaît une accélération avec les programmes de 1982 (bac E) tandis qu'un phénomène similaire se produit dans l'enseignement supérieur (Yves Cartonnet, 2002)<sup>5</sup>. L'instauration de l'option technologie industrielle au baccalauréat scientifique (1992) en remplacement du « Bac E » entérine ces évolutions.

Selon S. Seguin (1966)<sup>6</sup>, professeur affecté au comité d'études pédagogiques et techniques (CEPT), et un temps rédacteur en chef de la revue *Technologie*, la désécialisation de l'enseignement technique débute à l'occasion de la réforme des baccalauréats en 1966 (création du bac E). Celle-ci s'accroît lors de la création des secondes TSA (1986) et du décloisonnement des enseignements technologiques. Avec l'application de la réforme du lycée de 2011 et la création du baccalauréat STI2D qui organise quatre spécialités autour d'un tronc commun, la désécialisation de l'enseignement technologique est achevée.

La déprofessionnalisation de l'enseignement technique débute dès la création du baccalauréat mathématiques et technique (1946) mais celui-ci n'abandonne l'usage qu'en 1988. Ce glissement progressif d'un enseignement technique, au sens métier, vers un enseignement technologique généraliste implique l'abandon de la production au profit de la conception, le transfert des ateliers vers des laboratoires synonymes du remplacement de la machine-outil et de la planche à dessin par l'ordinateur. La démarche de l'ingénieur et la conception de modèles théoriques sonnent le glas de la

---

<sup>1</sup> Horaires des matières techniques puis de l'enseignement technologique du baccalauréat S (1946 à 2011).

<sup>2</sup> Annexe 15 : évolutions des dénominations des enseignements et des horaires des épreuves d'examen.

<sup>3</sup> Les épreuves du bac S (scientifique) en 2013. <http://www.letudiant.fr/bac/baccalaureat-ce-qui-devrait-changer-a-la-session-2013-10975/les-epreuves-du-bac-scientifique-en-2013-19210.html>

<sup>4</sup> L'épreuve écrite de 4 heures (coefficient 4) resterait sans changement. Les textes doivent paraître pendant l'été 2012.

<sup>5</sup> Cartonnet Yves (2002). Proposition d'un schéma d'organisation des formations de concepteurs à l'analyse des systèmes techniques : *Pystile. Aster 34, 157-180.*

<sup>6</sup> Seguin S. (1966). A propos du projet de rapport général sur le V<sup>e</sup> plan de la République. *L'ingénieur et le technicien, 126, 11-13.*

construction mécanique. Dans la voie technologique, la déprofessionnalisation, engagée depuis plusieurs années, notamment dans les baccalauréats de génie électrique (électronique et électrotechnique), n'intervient officiellement qu'à la rentrée 2011 avec le baccalauréat STI2D. L'enjeu est de former des généralistes, et non pas des spécialistes, à l'image de ce que fut, dans l'enseignement professionnel, la création des BEP jouant la polyvalence par rapport aux CAP.

### **15.2.6 Des manuels scolaires spécifiques**

La disciplinarisation de la technologie se remarque indirectement par les manuels. Les éditeurs de manuels scolaires de l'enseignement technique participent au processus de disciplinarisation, toutefois de manière marginale. La création d'une option de technologie en 1981, lors de l'implantation dans les lycées généraux et techniques de la seconde de détermination, est l'occasion pour eux de réviser leur politique éditoriale. À partir de cette date, les manuels valables pour différents niveaux et diplômes de l'enseignement technologique, se spécialisent et deviennent spécifiques respectivement à l'enseignement professionnel et à l'enseignement général et technologique. Cette différenciation accentue les différences visibles entre la voie professionnelle et la voie générale qui possède, ainsi, ses propres manuels à l'instar des autres disciplines déjà établies.

### **15.2.7 Un corps unique de professeurs certifiés et agrégés**

La disciplinarisation progressive de l'enseignement de la technologie est particulièrement identifiable dans la spécialisation des enseignants. L'enseignement technique a su profiter de l'évolution des missions qui lui sont confiées pour argumenter la nécessité d'augmenter le nombre de ses professeurs des domaines industriels, mais aussi de leur niveau de formation et de leur durée de formation (de deux à trois ans hors années préparatoires en 1948, quatre ans en 1960).

Cette formation est prise en charge par une école interne à l'enseignement technique, l'ENSET puis l'ENS Cachan (1986), dont le rôle est déterminant. L'ENSET ne cesse de perfectionner un système de formation à plusieurs étapes :

- Premièrement en instaurant des classes préparatoires au concours d'entrée d'une année en 1946, puis de deux années en 1967, et par un alignement sur les préparations scientifiques aux grandes écoles d'ingénieurs en 1975 ;
- Deuxièmement, de concert avec une unification progressive des différentes catégories de professeurs, en assurant la préparation aux CAPET industriels en 1959 et aux agrégations des génies techniques en 1975, c'est-à-dire respectivement quinze et trente années après la naissance du baccalauréat technique (1946).

L'alignement du statut des professeurs d'atelier est bien plus long. Ce n'est qu'à partir de 1957 que l'ENSET prend en charge la formation des professeurs techniques adjoints (PTA), anciens ouvriers professionnels assurant l'enseignement technique pratique. Un recrutement sur concours donne accès à une formation d'un an. En 1965, la durée de formation est portée à deux ans dans les centres de formation de professeurs techniques adjoints (CFPTA). C'est la fin du recrutement d'ouvriers professionnels dans les lycées techniques au profit de titulaires d'un BTS ou d'un DUT industriel. En 1975, les

futurs professeurs techniques de lycée technique (PT-LT) bénéficient, après un premier concours, d'un cycle de formation préparatoire avant de préparer un certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT). En 1986, c'est-à-dire quarante ans après la création du baccalauréat technique, les professeurs techniques de lycée technique sont intégrés dans le corps des professeurs certifiés. Ainsi, comme dans les autres disciplines, n'existent plus statutairement que deux catégories de professeurs, les certifiés et les agrégés. Cependant des sections du CAPET de spécialités différentes perdurent au sein des lycées et au collège jusqu'en 2012. À cette date, un corps unique de professeurs certifiés est recruté avec le même concours, le CAPET<sup>1</sup> de sciences industrielles pour l'ingénieur. En cohérence avec cette décision, une agrégation unique de sciences industrielles doit voir le jour en 2013. Aucun signe statutaire ne pourra alors différencier les professeurs de technologie de leurs collègues des enseignements scientifiques.

### 15.2.8 Un processus rythmé par les réformes

Les réformes de l'enseignement de la technologie sont des événements fondamentaux dans le processus de disciplinarisation. Les décisions prises relatives aux changements qui affectent les missions, l'organisation et les contenus d'enseignement le sont à trois niveaux différents, par des acteurs différents.

Le premier niveau de production de la réforme relève de décisions politiques, validées par des lois et des décrets. La réforme répond à une commande institutionnelle émanant du ministère de l'Éducation nationale, souvent à la suite d'un rapport confié à des cadres de l'enseignement (recteurs, inspecteurs généraux...). Elle fixe les grandes orientations, le cadre général des changements, les objectifs et, rarement, les résultats attendus. À ce moment, se décide l'octroi de ressources humaines (personnel administratif et enseignant) et matérielles (établissements et équipements) nécessaires pour remplir les missions confiées à l'enseignement technique puis technologique.

Le deuxième niveau d'élaboration de la réforme vise à organiser, par la publication d'arrêtés et de circulaires, une solution définie par le niveau politique. C'est un niveau administratif, pris en charge par les cadres administratifs (directeurs du ministère de l'Éducation nationale) et pédagogiques (inspecteurs généraux). C'est à ce niveau que se décident les répartitions horaires, les dédoublements de classe<sup>2</sup> ou l'évolution des filières et des structures pédagogiques.

Le dernier niveau d'élaboration de la réforme concerne la mise en œuvre de la solution sur le plan pédagogique. Il s'agit notamment de sélectionner les contenus et leurs modalités d'enseignement (méthodes et outils). C'est à ce moment que se produit, selon la formule d'Éric Mangez (2008)<sup>3</sup> le « *travail de traduction des orientations politiques vers les enseignants* ». À ce niveau se joue une grande partie des évolutions de l'enseignement technique puis technologique. La réécriture des programmes par des inspecteurs et des professeurs est l'occasion de faire le point sur ce qui est enseigné

---

<sup>1</sup> Il fut même un temps envisagé d'en faire un CAPES.

Esch Muriel, Le Ster Fabrice, Mouix Rodolphe (2011). *Compte rendu de l'entretien du 16 mars 2011 avec Monsieur Perrot*. Association ASSETEC (Association nationale pour l'enseignement de la technologie). [http://assetec.net/IMG/pdf/Entretien\\_Perrot\\_16032011\\_final.pdf](http://assetec.net/IMG/pdf/Entretien_Perrot_16032011_final.pdf)

<sup>2</sup> Ce n'est plus le cas depuis la « réforme du lycée » en 2010 et la globalisation des horaires dont une partie de la répartition par classe est laissée à l'initiative du chef d'établissement.

<sup>3</sup> Mangez Éric (2008). *Quelle réforme des contenus ? Fenêtres sur cours*, 316, 30.

(contenus, méthodes, outils) et de décider ce qui est conservé, ce qui doit disparaître et les nouveautés à ajouter. Ce processus de réécriture est alors l'occasion de simples ajustements ou de bouleversements, notamment l'élaboration d'un nouveau paradigme d'étude technologique.

### **15.3 Processus de construction didactique et paradigmes d'étude technologique**

Le renouvellement fréquent de ses contenus d'enseignement est une spécificité de l'enseignement technologique. La construction didactique, l'élaboration de nouveaux concepts sont le fruit d'un processus d'élaboration collective caractéristique et peut-être spécifique de l'enseignement technique et technologique. En effet, celui-ci fonctionne comme une entité autonome en lien avec l'industrie, avec ses propres établissements, ses inspecteurs, ses écoles de formation des maîtres et avec l'enseignement supérieur. C'est à ces différents niveaux que se créent des contenus enseignables par l'action des professeurs novateurs, inspecteurs ou professeurs d'ENNA et de l'ENSET, en veille par rapport à l'industrie, aux contenus universitaires et à l'origine de toutes les nouveautés.

La construction de l'enseignable en technologie est favorisée par la caractéristique propre à la matière, celle de concevoir du nouveau. Cela contribue à l'élaboration de nouveaux paradigmes.

#### **15.3.1 Une évolution des outils d'analyse par sédimentation des couches paradigmatiques**

L'analyse approfondie des programmes scolaires, des manuels, des revues pédagogiques et des sujets de concours et d'examen a mis en évidence sept périodes significatives de paradigmes<sup>1</sup> d'étude technologique auxquelles il faut y ajouter une huitième débutée en 2011. Ces périodes, ponctuées par l'évolution des outils de description et d'analyse du simple organe de machines aux systèmes pluritechnologiques les plus complexes, sont caractéristiques des diverses constructions didactiques de l'enseignement technique puis technologique. Ces outils s'appuient sur des graphismes techniques<sup>2</sup> qui prennent la forme de schémas fonctionnels, de tableaux, d'arbres, de diagrammes, et un vocabulaire spécifique pour décrire de nouveaux concepts (fonction, entrées / sorties, milieux extérieurs...). Dans ce contexte, l'analyse fonctionnelle se construit à la fois comme outil pédagogique et référence scientifique de l'enseignement de la technologie. La valeur culturelle de l'analyse fonctionnelle contribue au fondement d'une nouvelle vision de la technologie.

Avant 1945, le schéma figuratif et le dessin industriel se partagent les fonctions de description des pièces mécaniques et des machines à des fins explicatives et de fabrication. La parution des programmes des collèges techniques constitue alors une véritable rupture. Il s'agit de faire de la technologie de construction un « *élément de culture* ». L'objectif est la maîtrise de la « *description fonctionnelle et organique des organes de machines* » pour « *faire connaître l'esprit et la méthode des constructions* ».

---

<sup>1</sup> Sept périodes en 66 ans, soit une moyenne un peu supérieure à 9 années par période, pour des durées comprises entre 6 ans pour la période la plus courte et 14 ans pour la plus longue.

<sup>2</sup> Du fait de leur nature, les graphismes techniques constituent des traces particulièrement visibles de l'évolution des outils d'analyse (cf. annexes § 7 à § 14).

Ainsi l'ambition est de dépasser le simple apprentissage de l'usinage pour faire acquérir au plus grand nombre (les élèves de collèges techniques) les rudiments de la conception des machines. Cette évolution vers une élévation du niveau d'analyse et de compréhension n'a de cesse et devient un des principaux éléments du processus de disciplinarisation de la technologie. Le raffinement progressif des outils d'analyse et de représentation graphique accompagne les évolutions technologiques. Ces outils prennent le pas sur le dessin industriel. Ainsi des simples organes de machines aux systèmes pluritechnologiques complexes, la mécanique industrielle perd-elle progressivement son leadership au profit d'une technologie des systèmes toujours plus générale et qui aboutit finalement aux sciences de l'ingénieur (annexe 15-3, tableau 15-1 *infra*).

Repères	Paradigmes	Principales caractéristiques
Après 2011	Paradigme de la démarche de l'ingénieur	Représentation graphique uniformisée des systèmes pluritechnologiques complexes à l'aide du langage SysML (emprunté à l'industrie), mesure et modélisation multimodale des écarts entre systèmes voulu, réel et simulé
2002 à 2010	Paradigme de l'approche système	Chaîne d'information et chaîne d'énergie inaugurent un nouveau type de chaînes fonctionnelles représentées à l'aide de fonctions génériques (acquérir, traiter, communiquer et alimenter, distribuer, convertir, transmettre et effectuer), utilisées du collège aux classes préparatoires et en BTS
1992 à 2001	Paradigme des chaînes fonctionnelles	Chaîne d'action et chaîne d'acquisition prennent le pas sur les parties opératives et de commande, les systèmes deviennent pluritechnologiques, l'analyse de la valeur (normalisée), entrent dans les contenus scolaires (diagrammes des interacteurs et FAST)
1985 à 1991	Paradigme des systèmes pluritechniques	Décomposition fonctionnelle des systèmes selon une analyse de type descendante, outils de type SADT (empruntés à l'entreprise), analyse systémique, apparition de l'analyse de la valeur
1979 à 1984	Paradigme des systèmes automatisés	Généralisation des schémas blocs selon un modèle partie opérative, partie commande ; usage du langage GRAFCET (apport de la recherche universitaire et industrielle)
1970 à 1978	Paradigme des objets techniques	Schéma fonctionnel sous forme de schémas blocs (boîtes noires), notions de flux et de milieux extérieurs, analyse d'un objet selon un point de vue externe, recherche d'un modèle de schéma « global »
1959 à 1969	Paradigme des machines	Analyse technique (analyse / synthèse), schémas d'organisation technologique et tableaux d'analyse
1945 à 1958	Paradigme des organes de machine	Description fonctionnelle et organique des organes de machines, essor des schémas descriptifs et explicatifs

Avant 1945	Schéma figuratif et dessin industriel se partagent les fonctions de description des pièces mécaniques et des machines à des fins explicatives et de fabrications
------------	--

**Tableau 15-1 : de l'organe au système,  
sédimentation des couches paradigmatiques des outils d'analyse technologique**

### 15.3.2 Transposition, innovation et évolution, modes opératoires et sources de la construction didactique

L'enseignement technologique est prolifique en matière de construction didactique. Une méthode chasse l'autre et les paradigmes d'études se succèdent à un rythme soutenu.

Le contenu enseignable de la technologie se construit selon un processus dynamique de construction didactique qui met en jeu le triptyque « transposition, innovation, évolution ». Cette élaboration est rendue particulièrement visible au travers de l'étude des outils graphiques. En effet, il est tout d'abord aisé de constater les formes caractéristiques qui apparaissent, qui évoluent ou qui disparaissent dans des schémas qui constituent des lignées de représentation graphique<sup>1</sup> (cf. annexes § 7 à § 14). L'analyse du vocabulaire et des concepts sous-jacents à ces changements permet ensuite d'expliquer ce qui s'apparente à de véritables mutations.

Le premier mode de construction didactique est d'ordre transpositionnel à la fois de savoirs et de pratiques (Yves Chevallard, 1985<sup>2</sup>, Jean-Louis Martinand, 2003)<sup>3</sup>. Il s'agit de composer un corpus en phase avec son temps et susceptible d'être enseigné (le curriculum prescrit), afin d'être effectivement enseigné (le curriculum réel). Ainsi, l'introduction d'une machine à commande numérique dans un atelier suppose-t-elle un ensemble de cours (programmation de la machine) et de travaux pratiques (usinage) qui ne sont pas livrés avec la machine. Et quand bien même cela serait le cas, pour un système automatisé didactisé par exemple, les documents fournis sont mis au point par des professeurs. La transposition didactique agit alors comme un déclencheur qui suscite le développement d'un vocabulaire, de méthodes et d'outils. Les transpositions se situent à deux niveaux, lors du passage entre les savoirs et les pratiques de références aux textes prescriptifs (transposition externe) mais également entre les programmes et les enseignements effectifs (transposition interne). Dans ce dernier cas les contenus et les méthodes vont bien souvent au-delà des prescriptions initiales.

L'innovation est le deuxième mode opératoire de conception de contenu enseignable. Ici l'innovation prend le sens d'introduction de nouveautés qui ont une influence sur le système qu'elles pénètrent (Françoise Cros, 1995)<sup>4</sup>. Ces innovations se produisent à tous les niveaux du processus de construction didactique, directement au niveau du curriculum, mais aussi à l'échelon de la production de savoir savant et des

<sup>1</sup> La symbolisation des mécanismes, l'apparition des flèches par exemple, leur orientation, leur signification, ou encore l'usage de rectangles et l'évolution du sens qui leur est donné.

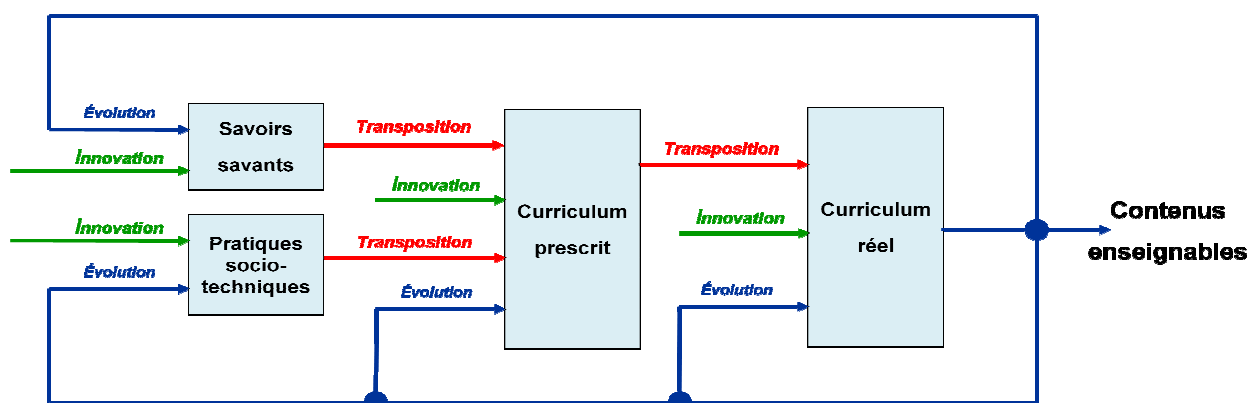
<sup>2</sup> Chevallard Yves (1985). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.

<sup>3</sup> Martinand Jean-Louis (2003). La question de la référence en didactique du curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 125-130.

<sup>4</sup> Cros Françoise (2005). *Innovation*. In Philippe Champy et Christiane Étévé (dir.). Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation. Paris : Retz.

pratiques sociales. À ces deux derniers niveaux, les innovations constituent des sources auxquelles vont directement puiser les novateurs. Dans le domaine industriel, l'insertion de contenus nouveaux s'opère dans un double mouvement d'échange externe / interne, c'est-à-dire de l'entreprise vers l'enseignement technique par intégration de nouvelles pratiques de référence, mais aussi interne / externe, de l'école vers l'entreprise. En effet ce qui est enseigné et appris à l'école, les savoirs nouveaux qui y sont développés sont réintroduits par les étudiants qui rejoignent le monde professionnel. Du fait de ces interactions, les deux milieux se nourrissent l'un l'autre. L'exemple du GRAFCET est à cet égard significatif.

Enfin, l'évolution des contenus résultent de multiples modifications, de raffinements successifs des méthodes et des outils d'analyse qui aboutissent finalement à l'élaboration de nouveautés selon une généalogie qui inclut innovations et transpositions. Les évolutions ont un effet régulateur et de lissage des contenus et pratiques enseignés. Il y a ce qui s'impose et ce qui s'épuise. Les évolutions se cristallisent et se stabilisent pendant un temps sous la forme d'un nouveau paradigme d'étude (cf. § 9.5.2 par exemple). Ainsi au cours du temps se produit-il une sédimentation de couches paradigmatiques. Chaque génération de novateurs (professeurs, inspecteurs) dispose d'un socle d'acquis didactiques dans lequel ils puisent et sur lequel ils contribuent à déposer un nouvel empilement de savoirs et de pratiques (annexe 15-4, fig. 15-4 *infra*)<sup>1</sup>.



**Figure 15-5 : processus de construction didactique**

Le schéma (fig. 15-4) montre la complexité d'un processus dynamique et les multiples entrées par lesquelles de nouveaux contenus enseignables finissent par pénétrer dans les classes, les ateliers et les laboratoires. Pour s'approcher davantage de la réalité, il est possible de complexifier ce schéma, par exemple, en matérialisant les interactions entre savoirs savants et pratiques sociotechniques (cf. § 10.1.1). De la même façon, le modèle peut prendre en compte l'enseignant qui, recruté parce qu'ingénieur des Arts et Métiers, introduit des pratiques industrielles directement au niveau du curriculum prescrit. Cet aspect est particulièrement prégnant au niveau de la formation des professeurs dans les ENNA et à l'ENSET. Une fois en poste, ces derniers s'expriment dans les revues pédagogiques, rédigent des manuels scolaires et participent à une sorte

<sup>1</sup> Annexe 15 : schéma du processus de construction didactique des paradigmes d'étude technologique.

d'autoreproduction des professeurs novateurs. À l'affût de toutes nouveautés, ils contribuent à une construction collective de savoirs, faite d'échanges, de reprises, de corrections, d'améliorations et de synthèses et concourent à élaborer un nouveau champ de connaissances.

La question de la construction des contenus enseignables s'inscrit dans un courant de recherche plus général sur le curriculum dont la notion est proche de ce que Éric Mangez (2008)<sup>1</sup> appelle la dimension pédagogique et curriculaire des politiques éducatives et qui se décline selon trois moments des réformes : production, médiation, réception et mise en œuvre. Une étude de Philippe Joannert<sup>2</sup> pointe l'étanchéité de ces trois niveaux<sup>3</sup> à la fois lors de l'élaboration du curriculum et lors des travaux de recherche sur le curriculum. Sur ce dernier point, il met en évidence le peu d'étude sur les effets du curriculum sur les élèves. Pour remédier à ce double problème (élaboration et recherche) lié à l'étanchéité des niveaux du curriculum, Philippe Joannert propose le concept de transposition curriculaire, susceptible de permettre la mise en évidence d'une chaîne de transposition (qui englobe et dépasse les transpositions externe et interne) partant des prescrits officiels et aboutissant aux connaissances et compétences construites par les élèves dans la salle de classe. La transposition curriculaire serait alors un outil unique susceptible de prendre en compte trois niveaux d'analyse : l'élaboration, la mise en œuvre et les résultats du curriculum, et cela avec une focale ajustable du niveau micro au niveau macro.

Cependant la notion de la transposition curriculaire telle qu'elle est posée reste hypothétique et l'éventail des recherches correspondant à sa prise en charge semble difficile à circonscrire, surtout si l'on considère les points de vue historique, social et didactique, ce qui démultiplie d'autant les investigations. De plus, la notion de transposition curriculaire telle qu'elle est présentée semble s'intéresser principalement aux contenus et faire l'impasse sur les éléments organisationnels du curriculum tels le type d'établissement, la formation des professeurs.

Dans le cas de la technologie industrielle, la construction des savoirs enseignables résulte d'un processus dynamique (le triptyque transposition, innovation, évolution) qui prend en compte certaines réalités du terrain (industrie, recherche, salles de classes). Par exemple, des professeurs assurent un lien entre deux niveaux du curriculum (le prescrit et le réel) qui ne sont donc pas si étanches que cela. Les innovations pédagogiques présentées dans les revues pédagogiques et parfois dans les manuels scolaires sont réintroduites dans les programmes officiels. Ces médias constituent alors un puissant vecteur de diffusion et d'élaboration des contenus, méthodes et outils d'enseignement. Il apparaît ainsi que le prescrit de la technologie industrielle, se définit en partie lors de la mise en œuvre.

---

<sup>1</sup> Mangez Éric (2008). *Réformer les contenus d'enseignement*. Paris : PUF.

<sup>2</sup> Joannert Philippe (2011). Le curriculum dans les politiques éducatives. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 56.

<sup>3</sup> Philippe Joannert nomme respectivement ces trois niveaux : curriculum officiel ; curriculum des programmes interprétés et implantés ; apprentissages scolaires et de leurs résultats. Les deux premiers niveaux correspondent aux curriculums prescrit et réel de la figure 15-4 *supra*.



## 15.4 Discussion, un processus socio-didactique spécifique

La mise en évidence des éléments révélateurs de la construction de la discipline scolaire « technologie », qui change d'intitulé pour devenir « sciences de l'ingénieur », permet d'argumenter une interprétation de la nature des déterminants et des enjeux sous-jacents du processus de disciplinarisation.

### 15.4.1 Processus de disciplinarisation et théories disponibles

La technologie est un exemple particulièrement caractéristique de la manière dont un enseignement devient une discipline scolaire. Les théories disponibles pour comprendre et expliquer un tel phénomène relèvent de l'histoire des disciplines, de la sociologie et de la didactique. Chacune de ces trois approches partage une vision de la construction du curriculum comme un phénomène qui s'inscrit dans la durée.

Mais qu'en est-il précisément de la technologie industrielle ? Comment analyser les raisons de la transformation, en l'espace de soixante-cinq ans, d'un enseignement professionnel pris en charge par trois catégories de maîtres<sup>1</sup> et organisé autour des trois matières du triptyque de l'enseignement technique (dessin industriel, technologie et travaux d'usinage) en un enseignement général et désintéressé de sciences de l'ingénieur assuré par un professeur unique ?

### 15.4.2 Une création scolaire héritière du passé

La construction disciplinaire de la technologie est-elle le fruit d'une évolution inexorable dont la scolarisation de l'apprentissage d'un métier manuel, actée par la loi de 1880, serait le premier événement enclenchant un processus de création scolaire, comme a pu le décrire André Chervel (1988)<sup>2</sup> ? La dualité, une nouvelle fois reproduite entre enseignement professionnel et enseignement général et technologique, tend à minorer cette hypothèse. Si une construction scolaire de la technologie est bien à l'œuvre, comme le montre son alignement progressif sur le modèle disciplinaire, et cela un peu à la manière dont l'éducation physique et sportive (EPS) se conforme à l'orthodoxie scolaire (Pierre Arnaud, 1989)<sup>3</sup>, le processus de création scolaire apparaît davantage comme un résultat que comme un facteur. En ce sens, cet alignement de la technologie sur le modèle disciplinaire est révélateur des principes constitutifs des disciplines : devenir un enseignement désintéressé, assuré par des professeurs spécialisés<sup>4</sup>, organisé verticalement et possédant une voie d'excellence ancrée dans l'enseignement supérieur. Mais alors, quels sont le ou les facteurs déterminants qui contribuent au processus de disciplinarisation de la technologie ?

### 15.4.3 L'abandon des travaux pratiques d'usinage

La périodisation selon trois moments « configuration, secondarisation et disciplinarisation » invite à relire David Layton (1972)<sup>5</sup> et notamment sa contribution sur la

---

<sup>1</sup> Professeur technique adjoint (maître d'atelier), professeur de dessin technique et chef de travaux.

<sup>2</sup> Chervel André (1988). Histoire des disciplines scolaires. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.

<sup>3</sup> Arnaud Pierre (1989). Contribution à une histoire des disciplines d'enseignement : la mise en forme scolaire de l'éducation physique. *Revue française de pédagogie*, 89, 29-34.

<sup>4</sup> Forquin Jean-Claude (2006). *Apprentissages documentaires, culture scolaire et problématique curriculaire*. <http://www.cndp.fr/savoirscdi/index.php?id=1506#hautpage>

<sup>5</sup> Layton David (1972). Science as General Education. *Trends in Education*, 25, 11-15.

disciplinarisation de l'enseignement des sciences en Angleterre. En effet, il suggère un modèle, différent, de construction disciplinaire ayant valeur de tendance générale. Selon Layton, qui s'intéresse aux logiques d'acteurs, l'accession d'un enseignement au statut mineur à celui de discipline est structurée par trois périodes « *militante [...] de légitimation [...] d'institutionnalisation* » (cf. § 2.3.4). Il semble bien que le processus soit différent pour la technologie industrielle.

Par exemple, l'enseignement technique qui possède jusqu'en 1985 ses propres lycées techniques n'a pas besoin de réclamer de place dans les emplois du temps<sup>1</sup>. En effet, dans l'enseignement technique, le travail manuel, largement considéré par l'enseignement général comme un enseignement au statut mineur, occupe par nature une grande place dans les horaires d'enseignement. Ainsi, la disparition du travail manuel et le mixage progressif des trois matières du triptyque de l'enseignement technique que sont la technologie générale et professionnelle, le dessin industriel et les travaux d'usinage, constituent une contrainte imposée par le processus de disciplinarisation. Il s'agit là d'un élément essentiel du processus de disciplinarisation, mais ce n'est pas le seul.

#### 15.4.4 Entre missions et réformes, une construction disciplinaire contrainte

Le processus disciplinaire est-il guidé par la volonté d'un ou de plusieurs groupes sociaux dont l'objectif serait de faire de la technologie une discipline scolaire et, si oui, quels en sont le ou les enjeux ? S'agit-il de la recherche d'une reconnaissance sociale ou institutionnelle susceptible de procurer des avantages ?

Comme pour d'autres disciplines, le processus de disciplinarisation de la technologie est corrélé à l'action des acteurs. Il s'agit, dans ce cas, d'acteurs majoritairement issus des Arts et Métiers ou de l'ENSET (voire des deux). Les plus engagés d'entre eux accèdent au titre de professeurs d'ENNA, d'inspecteurs et pour certains d'inspecteurs généraux. En valorisant l'enseignement technique et technologique, ils valorisent leur propre parcours et cette valorisation est soutenue par des associations professionnelles telles que l'AFDET, proche des milieux patronaux et dirigée par des cadres de l'enseignement technique, ou par des associations de professeurs telles que l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP), spécialement créée à cet effet sous l'impulsion de l'inspection générale (annexe 15-5)<sup>2</sup>.

Cependant, dans le cas de la technologie, le facteur déterminant du processus de disciplinarisation résulte davantage d'une demande socioéconomique qui s'inscrit dans les tendances générales de l'évolution du système éducatif et de ses missions que de l'action d'un groupe social. En effet, ce sont des orientations, relevant d'enjeux politiques qui la dépassent (école unique, démocratisation, allongement de la scolarité, élévation des qualifications) et des missions en découlant (absorption d'une partie de la massification, poursuite d'études...), qui influencent au premier chef les évolutions de l'enseignement technique et provoquent les mouvements particuliers de la technologie (organisation et modalités d'enseignement).

---

<sup>1</sup> Mais ce particularisme ne s'applique pas à la classe de seconde. L'enseignement de la technologie n'y est pas obligatoire.

<sup>2</sup> Anonyme (1971). Vie de l'association. Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP). *Enseignement et Technologie*, 1, 29-31. In ARTheque - STEF - ENS Cachan, Item #36, <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/36> (accessed February 11, 2012).

Ce n'est qu'en second lieu, dans le cadre des réformes décidées pour mettre en œuvre les missions, que les acteurs agissent et obtiennent des avantages tels qu'ils ont pu être identifiés par Ivor Goodson (1981<sup>1</sup>, 1983<sup>2</sup>) et Jean-Claude Forquin (2008)<sup>3</sup> (perspectives de carrière offertes par la création des agrégations de génie par exemple).

La volonté de reconnaissance du titre de discipline scolaire a aussi une dimension humaniste, indépendante de toute recherche d'avantages immédiats. Il s'agit alors d'une posture idéologique d'acteurs, comme Fernand Canonge, impliqués dans la vie sociale. Mais la revendication de la valeur culturelle de la technologie est aussi incarnée par des ingénieurs comme Lucien Géminard pour qui la technologie de construction vise une « *formation d'esprit* » aux méthodes intellectuelles de conception. Dans ce cas, il s'agit davantage d'une volonté de reconnaissance morale de l'égale dignité de la technologie avec les autres enseignements scientifiques. Ainsi non seulement l'action des acteurs apparaît-elle en second plan, mais une partie de leurs motivations est de nature différente de celles mises en avant par les chercheurs préoccupés par la nouvelle sociologie de l'éducation (NSE). Paradoxalement, une frange de l'enseignement technique, partisane de l'autonomie, refuse sa disciplinarisation, car, comme le déclare Fernand Legay (1969)<sup>4</sup> : « *C'est le tuer que de vouloir le calquer sur les autres ordres d'enseignement* »<sup>5</sup>. Et, en effet, l'ambition éducative d'initiation technique sans intention préprofessionnelle (Joël Lebeaume, 2003)<sup>6</sup> se révèle être un facteur du processus de disciplinarisation de la technologie.

Ainsi les missions assignées à l'enseignement technique apparaissent-elles comme un des principaux déterminants du processus de disciplinarisation de la technologie. Contrairement aux sciences économiques et sociales (Élisabeth Chatel, 1994<sup>7</sup>), les réformes ne sont pas des moments de remise en cause systématique de la discipline<sup>8</sup> mais des conditions de son évolution. La corrélation entre missions et réformes impose des changements de pratiques, voire des ruptures, qui impactent l'organisation et les modalités de l'enseignement.

En définitive, les cadres de l'enseignement technique ont su tirer profit des exigences exprimées par la société (école unique, démocratisation, allongement de la scolarité, élévation des qualifications) pour adapter l'outil institutionnel, organisationnel et pédagogique aux nouveaux besoins, c'est-à-dire utiliser des réformes imposées comme des instruments au service du processus de disciplinarisation. Cependant, sans contenu légitime en rapport avec les missions, il n'est pas de disciplinarisation possible.

---

<sup>1</sup> Goodson Ivor (1981). *Becoming an academic subject*. *British Journal of Sociology of Education*, 2(2), 163-180.

<sup>2</sup> Goodson Ivor (1983). *School Subjects and Curriculum Change : Case Studies in Curriculum History*. Londres : Croom Helm.

<sup>3</sup> Forquin Jean-Claude (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

<sup>4</sup> Legay Fernand (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57. (p. 55).

<sup>5</sup> Cette affirmation est vérifiée. Seul l'enseignement professionnel continue d'exister.

<sup>6</sup> Lebeaume Joël (2003). Construction de la technologie pour l'école moyenne en France : un aperçu historique. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 1, 83-99.

<sup>7</sup> Chatel Élisabeth (1994). *Des constructions à tout faire : les programmes de sciences économiques et sociales*, pp. 50-66. In Chantal Demonque, *Qu'est-ce qu'un programme d'enseignement ?* Paris : CNDP Hachette.

<sup>8</sup> Sauf dans la dernière période, cf. § 13.2.5 La réforme avortée des baccalauréats STI.

#### 15.4.5 Des contenus légitimes en rapport les missions et les pratiques sociotechniques

La technologie doit faire la preuve en permanence de sa capacité à satisfaire les multiples missions successives qui lui sont confiées. Aussi, pour continuer d'exister tout en perdant progressivement ses finalités spécialisantes et professionnalisantes, la technologie produit-elle des contenus enseignables de nature différente. Selon les inspecteurs généraux Michel Aublin et Laurent Jourdan (1991)<sup>1</sup>, la technologie « *s'intéresse aux objets et aux systèmes dans leurs multiples dimensions : fonctionnelle [...] technique [...] scientifique [...] économique [...] historique [...] sociologique [...] culturelle...* ».

La légitimité d'existence est stimulée par les relations étroites qui lient l'enseignement de la technologie avec le monde industriel et l'évolution des pratiques sociotechniques. Les professionnels réclament des techniciens et des ingénieurs à un niveau de culture technique et générale sans cesse plus élevé. Ces deux demandes combinées, institutionnelle et industrielle, conduisent à une rénovation permanente des contenus prescrits<sup>2</sup>. Le processus particulier d'élaboration de contenus enseignables doit satisfaire une double légitimité scolaire et sociale. En ce sens, la construction didactique de la technologie apparaît comme un principe fondateur de la discipline. Les technologues mettent au service de la construction de contenus scolaires la principale compétence inhérente à leur spécificité, la conception. C'est ainsi, au sens propre du mot « technologie », qu'ils construisent un discours sur la technique, en mettant au point des méthodes et des contenus d'enseignement destinés à l'analyse des systèmes.

La technologie partage des points communs avec la géographie. Enseignements de statut mineur, à vocation utilitariste, elles accèdent toutes deux au rang de discipline par un processus d'invention scolaire et de rapports faits d'échanges entre connaissances savantes<sup>3</sup> et contenus enseignés (Isabelle Lefort, 1992)<sup>4</sup>. Le glissement de la géographie du champ des humanités vers celui des sciences s'apparente à celui de la technologie du champ technique vers le champ scientifique. Ce glissement est rendu visible par l'évolution des paradigmes d'étude technologique, eux-mêmes comparables aux différentes périodes de l'évolution des savoirs de référence de la géographie mises en évidence par Jean-Pierre Chevalier (2003)<sup>5</sup>. Ces périodes qui jalonnent le processus de disciplinarisation sont révélatrices des enjeux économiques, sociaux et politiques du moment.

---

<sup>1</sup> Aublin Michel et Jourdan Laurent (1991). *Les apports spécifiques des activités technologiques aux différents niveaux de formation*. Séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques « Comment former aux compétences de la conception ? » (pp. 33-44). LIREST, INRP, CFPET, ENS Cachan. Disponible sur [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes\\_91-92.pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes_91-92.pdf)

<sup>2</sup> Comme en témoigne l'exemple emblématique de l'évolution des procédés d'usinage, d'abord avec des outils à main, puis à l'aide de machines commandées par des manivelles et progressivement de manière automatique, puis automatisées et, enfin, entièrement programmées à partir de dessin réalisé en trois dimensions sur ordinateur.

<sup>3</sup> Et de pratiques sociales pour ce qui est de la technologie.

<sup>4</sup> Lefort Isabelle (1992). La lettre et l'esprit. Géographie scolaire et géographie savante en France, 1870-1970. Paris : CNRS. In B. Lepetit (1996). Comptes rendus. *Annales. Histoire Sciences Sociales*, 51, 4, 928-930.

<sup>5</sup> Chevalier Jean-Pierre (2003). *Du côté de la géographie scolaire. Matériaux pour une épistémologie et une histoire de l'enseignement de la géographie à l'école primaire en France*. HDR. Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

#### 15.4.6 Conclusion, didactique du curriculum et modèle d'étude curriculaire

La disciplinarisation de la technologie est un processus dynamique d'interactions cumulatives particulièrement complexe puisque s'y mêlent des fondements d'ordre politique (les missions), sociologique (le rôle des acteurs), socioéconomique (les références), institutionnelle (l'organisation de l'enseignement) et didactique (la construction de contenus enseignables). Parmi ces éléments, les missions apparaissent cependant comme un des facteurs déterminants du processus de disciplinarisation de la technologie puisqu'elles détournent, à des fins humanistes (faire acquérir une culture générale à la jeunesse du pays), la finalité initiale de l'enseignement technique (former des travailleurs manuels) vers une voie nouvelle. Pour l'enseignement technique et technologique, le processus social inhérent à toute construction disciplinaire (Jean-Claude Forquin<sup>1</sup>, Yvor Goodson<sup>2</sup>, Isabelle Harlé<sup>3</sup>) n'apparaît que comme un élément parmi d'autres.

Cette contribution de la didactique du curriculum propose un modèle d'étude curriculaire qui focalise les trois pôles disciplinaires que sont les missions, l'organisation (administrative et pédagogique) et les modalités d'enseignement (contenus et méthodes). Ce modèle se veut être un outil d'intelligibilité pour produire des connaissances sur la discipline et son épistémologie. Il est à mettre à l'épreuve pour l'étude d'autres disciplines.

---

<sup>1</sup> *Op. cit.*

<sup>2</sup> *Op. cit.*

<sup>3</sup> Harlé Isabelle (2003). L'introduction d'une culture technique au collège : une analyse socio-historique. *Revue française de pédagogie*, 144, 95-103.

## 16. Perspectives de recherche, propositions pour l'enseignement et questions prospectives

Au terme de cette recherche et compte tenu de ses résultats, il est possible d'envisager de nouvelles perspectives de recherche, d'émettre quelques propositions à l'attention des responsables et des enseignants de technologie et d'initier des questions de nature prospective.

### 16.1 Nouvelles perspectives de recherche

Si les travaux présentés dans cette thèse comblent en partie un vide historiographique ainsi qu'en matière de recherches didactiques relatives à la construction du curriculum de la technologie au lycée et dans les classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, ils pointent l'immensité du travail qui reste à accomplir pour restituer les histoires de la technologie. La recherche engagée par Abdelkarim Zaid (2012)<sup>1</sup> sur l'évolution de l'agrégation de mécanique est à cet égard une contribution susceptible d'apporter un autre regard sur l'évolution des contenus d'enseignement et le processus de disciplinarisation de la technologie.

Les sujets de recherche ne manquent pas : les flux d'élèves ; la scolarisation des filles dans l'enseignement technique industriel ; l'évolution des pratiques effectives dans les ateliers ; les classes et les laboratoires ; la structuration des écoles d'ingénieurs ou encore les rapports que la technologie entretient avec les autres disciplines.

Une autre perspective de recherche, décisive, concerne la technologie tertiaire, également en pleine mutation. Son histoire reste aussi à reconstruire, la comparaison avec celle de la technologie industrielle entre analogies et différences est à coup sûr d'un grand intérêt. Les problématiques sont différentes entre technologies industrielle et tertiaire. Quand la première enregistre une baisse tendancielle de ses effectifs, la seconde ne connaît pas de problème de flux d'élèves et enregistre même une pléthore des effectifs candidats à ses formations.

Sur le plan didactique, les nombreuses recherches menées sur le dessin industriel n'ont pas trouvé de prolongement. Aucune recherche sur l'usage et la compréhension des schémas fonctionnels pourtant omniprésents en technologie n'ont été entrepris à ce jour<sup>2</sup>. Ce travail apparaît indispensable, il pourrait être mis à profit dans le cadre de la formation des enseignants (cf. *infra*).

### 16.2 Propositions pour la technologie

#### 16.2.1 Pour un enseignement de l'histoire de la technologie

Avec l'apport de cette thèse, un enseignement de l'histoire de la technologie industrielle est maintenant possible. L'historiographie de l'enseignement technique et technologique cohérente est désormais disponible même si d'autres analyses sont nécessaires pour compléter, préciser et discuter les apports des travaux existants. Celle-

<sup>1</sup> Zaid Abdelkarim (à paraître). *Écrire les pratiques techniques. Quarante ans d'agrégation de mécanique.*

<sup>2</sup> Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, n° 48, 39-62.

ci couvre le travail manuel à l'école et la technologie au collège (Joël Lebeaume, 1996<sup>1</sup>, 2000)<sup>2</sup>, l'enseignement technique et professionnel (Patrice Pelpel et Vincent Troger, 1993<sup>3</sup>, Xavier Sido, 2011<sup>4</sup>) et l'enseignement technique et technologique au lycée et en classes préparatoires rendu ici disponible. L'instauration d'une épreuve de CAPET portant sur l'histoire et l'épistémologie de la discipline procurerait deux avantages à la technologie.

Premièrement, à l'instar de la plupart des sections du CAPES, une épreuve d'histoire de la discipline ne peut que conforter celle-ci. Cela apporterait une nouvelle pierre au processus de disciplinarisation et à l'affirmation revendiquée que la technologie est une discipline comparable aux autres.

Deuxièmement, la compréhension des différents facteurs qui ont conduit aux évolutions successives et contemporaines de l'enseignement des sciences et technologies industrielles devrait constituer un élément déterminant de la formation des enseignants. L'évolution des contenus enseignés ne résulte pas d'une simple transposition des progrès technologiques, mais d'une sélection de choix raisonnés qu'il faut être capable d'analyser pour les comprendre et les expliquer. Il en va de même pour les méthodes pédagogiques utilisées, maintes fois renouvelées, qui, de l'exposé magistral à la pédagogie par objectifs, privilégient aujourd'hui l'approche par compétences. La compréhension de ces fondements de la discipline doit contribuer à l'acquisition de la dimension critique indispensable à l'intelligibilité de leurs actions par les futurs professeurs et faciliter la socialisation professionnelle des jeunes enseignants.

### **16.2.2 Pour une formation aux usages des outils graphiques de description fonctionnelle**

Les erreurs récurrentes commises par des professeurs chevronnés relevées lors de la recherche montrent toute la difficulté à utiliser les outils graphiques, notamment ceux destinés à la description fonctionnelle. Une formation des enseignants de technologie à la conception de modèles construits dans un but pédagogique s'avère indispensable (Lebeaume et Hamon, 2010)<sup>5</sup>. L'arrivée d'un nouveau langage de description, de représentation et de modélisation des systèmes, le SysMI<sup>6</sup>, devrait être l'occasion d'une formation à la modélisation. Le risque réside dans la préférence à son appropriation comme outil graphique au détriment de son usage comme outil pédagogique ou bien dans la confusion entre enseignement de modèles et apprentissage de la modélisation déjà signalée pour la technologie au collège (Joël Lebeaume, 2005)<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Lebeaume Joël (1996). *École, technique et travail manuel*. Nice : Z'Éditions (Delagrave).

<sup>2</sup> Lebeaume Joël (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.

<sup>3</sup> Pelpel Patrice, Troger Vincent (1993). *Histoire de l'enseignement technique*. Paris : l'Harmattan.

<sup>4</sup> Sido Xavier (2011). *Les mathématiques dans l'enseignement professionnel, genèse et évolution d'un enseignement (1945-1985)*. Thèse de doctorat. STEF. ENS Cachan.

<sup>5</sup> Lebeaume Joël, Hamon Christian (2010). La modélisation en technologie : des propositions pour l'enseignement et un chantier pour la recherche. *Spectre*, 40, 1, 30-33.

<sup>6</sup> SysML a fait sa première apparition officielle en 2012 dans le sujet de l'épreuve d'étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation du concours externe du nouveau CAPET sciences industrielles de l'ingénieur (option information et numérique).

<sup>7</sup> Lebeaume Joël (2005). Nouveaux programmes, nouveaux problèmes didactiques. *Éducation technologique*, 28, 31-40.

### **16.2.3 Pour le développement de la recherche et de la formation en didactique de la technologie**

Les deux points évoqués précédemment, histoire et épistémologie de la discipline et formation à l'usage d'outils spécifiques en suggèrent un troisième, la nécessité de développer la didactique de la technologie. En effet, à la différence de l'enseignement scientifique, les recherches en didactique de la technologie sont beaucoup plus réduites, notamment en raison du faible nombre de chercheurs. Et pourtant en 2011, 3 162 171 élèves de collège hors SEGPA et dispositifs particuliers<sup>1</sup> suivent un enseignement technologique. 73 145 élèves suivent un enseignement d'exploration sciences de l'ingénieur et 27 540 un enseignement d'exploration création innovation technologique<sup>2</sup> en classe de seconde. 271 219 lycéens suivent un enseignement technologique (y compris tertiaire) en première et terminale<sup>3</sup>. Il faut ajouter à ces chiffres les écoliers de l'enseignement primaire, les élèves qui suivent l'enseignement de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique, une partie des élèves de l'enseignement professionnel et des étudiants de l'enseignement supérieur.

Pour être à la hauteur de ses missions, attirer un plus grand nombre de jeunes vers l'enseignement scientifique et technologique supérieur et favoriser leur réussite personnelle, scolaire et universitaire, la technologie doit se préoccuper davantage de la recherche en didactique de sa propre discipline. Cela passe par la formation de chercheurs en nombre suffisant et nécessite sans doute, sinon plus de moyens, à tout le moins un engagement plus visible de la part des promoteurs de la discipline. La vitalité de la recherche doit-être le reflet de la vitalité de la discipline.

## **16.3 Questions prospectives**

Les deux questions prospectives qui suivent interrogent les évolutions futures de la technologie. Elles n'ont d'autres buts que d'ouvrir le débat sur et pour l'expertise didactique sur ces questions considérées comme majeures.

### **16.3.1 Les derniers pas de la disciplinarisation de la technologie**

Les hésitations entre les termes de technologie, technologies et sciences de l'ingénieur indiquent qu'il reste encore au moins un pas à franchir pour que la technologie soit reconnue comme une discipline. L'existence d'une dénomination unique serait un gage de reconnaissance. Entre la technologie au collège, les sciences et technologies de l'industrie et du développement durable du baccalauréat STI2D d'un côté et les sciences industrielles pour l'ingénieur en classes préparatoires, les sciences de l'ingénieur en baccalauréat scientifique de l'autre côté, la cohérence ne semble encore que partiellement réalisée. La question de l'unification des étiquetages mérite d'être posée, notamment les conditions de leur homogénéisation dans une perspective de communication interne et externe.

---

<sup>1</sup> Ministère de l'Éducation nationale (2011). *Note d'information n° 11.27*, décembre 2011. [http://media.education.gouv.fr/file/2011/56/0/DEPP-NI-2011-27-eleves-second-degre-etablissements-publics-prives\\_203560.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/2011/56/0/DEPP-NI-2011-27-eleves-second-degre-etablissements-publics-prives_203560.pdf)

<sup>2</sup> Ministère de l'Éducation nationale (2011). Séminaire académique EE SI et CIT. Lycée Jacques Duhamel – Dole. Mardi 14 juin 2011.

<sup>3</sup> Note d'information n° 11.27. *Op cit.*



De la même façon, l'existence en seconde, classe charnière dans le curriculum<sup>1</sup>, des deux enseignements d'exploration aux finalités communes, de sciences de l'ingénieur (SI) et de création et innovation technologiques (CIT), héritiers des lointaines options de technologie des systèmes automatisés (TSA) et productique (1986), ne sont pas de nature à permettre l'identification de la technologie comme une discipline unique.

Une nouvelle fois la classe de seconde apparaît comme l'enjeu majeur du processus de disciplinarisation de la technologie. Une fusion des deux enseignements d'exploration serait-elle le signe de l'achèvement du processus ? Quelles en seraient les conséquences pour les horaires du fait de la disparition de la possibilité de suivre les deux enseignements SI et CIT ? L'inscription d'un enseignement de technologie dans l'horaire obligatoire de tous les élèves de la classe de seconde (ou *a minima*, qu'un enseignement de la technologie soit proposé dans tous les lycées) ne serait-elle pas la solution (revendication qui date de la création de la seconde TSA) ? Ce jour-là, la classe de seconde pourrait-elle perdre son qualificatif de « générale et technologique » pour ne conserver que celui de « général » ? La technologie (ou les sciences industrielles, voire les sciences de l'ingénieur) acquerrait-elle alors de manière définitive le statut de discipline scolaire ?

### **16.3.2 L'enseignement intégré de science et technologie (EIST) et l'avenir de la technologie**

Le développement de l'enseignement intégré de science et technologie, initié à l'étranger, est promu en France (400 collèges concernés en 2011). Selon le doyen des STI, Norbert Perrot (2011)<sup>2</sup>, « *l'EIST est une chance pour la technologie* ». Parallèlement la technologie évolue au lycée. Le nouveau baccalauréat STI2D achève la structuration d'un curriculum disciplinaire attaché à la technologie qui couvre l'ensemble de la scolarité. Sa valeur de voie de réussite pour certains élèves, qui ont besoin de « *voir et toucher pour comprendre* »<sup>3</sup>, est reconnue. Cependant quel est le positionnement du baccalauréat STI2D par rapport à la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S qui offre des prétentions analogues ? Quelles en sont les évolutions potentielles, vers une fusion ou une différenciation ? Quelles en sont les missions spécifiques dans le débat contemporain de la réindustrialisation de la France ? Il semble qu'une différence de vues existe entre l'inspection générale des STI qui annonce des poursuites d'études à bac + 5 pour les titulaires du baccalauréat STI2D et le ministère de l'Éducation nationale qui précise que : « *Les bacheliers de la série STI2D [...] sont principalement appelés à préparer un BTS ou un DUT [...] la minorité d'entre eux qui souhaitera s'orienter vers les*

---

<sup>1</sup> Lors de la rentrée 2011, 40 % des élèves qui ont suivi l'enseignement d'exploration de SI vont en première S et 27 % en STI2D. Par contre, 43 % des élèves qui ont suivi les enseignements d'exploration de SI et de CIT vont en première STI2D.

Moisan Catherine, Cuisinier Jean-François (2012). *Suivi de la mise en œuvre de la réforme du lycée d'enseignement général et technologique*. Rapport n° 2012- 003 à M. le ministre de l'Éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative. Inspection générale de l'éducation nationale. Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche.

<sup>2</sup> Esch Muriel, Le Ster Fabrice, Mouix Rodolphe (2011). *Compte rendu de l'entretien du 16 mars 2011 avec Monsieur Perrot*. Association ASSETEC (Association nationale pour l'enseignement de la technologie). [http://assetec.net/IMG/pdf/Entretien\\_Perrot\\_16032011\\_final.pdf](http://assetec.net/IMG/pdf/Entretien_Perrot_16032011_final.pdf)

<sup>3</sup> Perrot Norbert (2010a). *Différences bac S-SI et STI2D*. Diaporama. 10 novembre 2010.

*classes préparatoires sera mieux préparée qu'auparavant pour le faire.* »<sup>1</sup>. Quelles sont en ce sens les évolutions conjointes de la demande et du recrutement des écoles d'ingénieur selon leur organisation hiérarchisée ?

Le pilotage des sciences de l'ingénieur et de la technologie par les écoles d'ingénieurs s'inscrit dans un contexte général d'augmentation des qualifications. Le niveau exigé par les concours d'entrées limite les flux d'élèves et obère les effectifs de ces écoles. La récente étude de la conférence des grandes écoles<sup>2</sup> révèle que 21 % des élèves intégrant une école d'ingénieurs sont recrutés directement à l'issue de la classe de terminale par les INSA, UT et ENI<sup>3</sup>, 40 % proviennent des classes préparatoires, 11,7 % des IUT, seulement 4,8 % des sections de BTS et moins de 2 % de licence. Quelles sont alors les conditions d'une plus grande attractivité des grandes écoles pour les jeunes, compte tenu qu'une enquête du journal *Le Monde*<sup>4</sup> indique que le master est devenu en quelques années « *la norme pour des recruteurs en quête de futurs cadres déjà opérationnels* » ?

Telles sont les questions prospectives que la reconstruction de cette histoire de la disciplinarisation de l'enseignement de la technologie mettent en discussion et auxquelles les chercheurs sont susceptibles d'apporter une contribution dans un partenariat d'expertises.

---

<sup>1</sup> Règlement d'examen et définitions d'épreuves de la série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable à compter de la session 2013. <http://eduscol.education.fr/cid58568/serie-sti2d-a-partir-de-2013.html>. Mis à jour le 21 février 2012.

<sup>2</sup> Conférence des grandes écoles (2012). Les voies d'accès aux Grandes Écoles de la CGE Diversité des origines et des profils Diversité des origines et des profils.

[http://www.educpros.fr/uploads/media/Synthese\\_de\\_l\\_etude\\_passerelles\\_CGE\\_decembre\\_2011\\_v4.pdf](http://www.educpros.fr/uploads/media/Synthese_de_l_etude_passerelles_CGE_decembre_2011_v4.pdf)

<sup>3</sup> Institut national des sciences appliquées, Université de technologie, École nationale d'ingénieurs

<sup>4</sup> Baumard Marylin (2012). Un master, sinon rien ! *Cahier du Monde*, 25 janvier 2012, 20843, 1-15.

# Bibliographie

## Références

- Abril Jean-Claude, Clisson Gérard, Marc Daniel (1981). *Fabrications mécaniques – lycées techniques – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan Techniques industrielles
- Abril Jean-Claude, Clisson Gérard, Marc Daniel (1981). *Fabrications mécaniques – Lycées techniques – 2<sup>nd</sup>e nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.
- Abril Jean-Claude, Marc Daniel (1981). *Les fabrications industrielles – lycées techniques – formation continue*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.
- Aiache Jacques (2001). *L'approche par compétences en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.
- Aiache Jacques, Chabord Dominique (2011). *Rapport du groupe de travail « compétences »*. Conférence des Grandes Écoles (CGE). 1<sup>er</sup> septembre 2011. [http://www.cge.asso.fr/cadre\\_actua.html](http://www.cge.asso.fr/cadre_actua.html)
- Alain Rideau, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Delagrave.
- Algré Gérard (1987). L'analyse de la valeur. Exposé. *Technologies & Formations*, 14, 15-118
- Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation française.
- Allègre Claude, Dubet Francois, Meirieu Philippe (2003). *Le rapport Langevin-Wallon*. Paris : mille et une nuits.
- Anonyme (1907). Écoles pratiques et Écoles primaires supérieures. *Bulletin trimestriel de l'association française pour le développement de l'enseignement technique*. 19, 398-408.
- Anonyme (1909). Arrêté. *Bulletin de l'enseignement primaire supérieur, organe de l'association des fonctionnaires des Écoles primaires supérieures de France* 13, 53-68.
- Anonyme (1947). Nécessité d'un humanisme technique et professionnel. *Technique Art Science*, 2, 1.
- Anonyme (1968). La commande numérique. Documentation communiquée par la Régie Nationale des Usines Renault. *L'ingénieur et le technicien*, 137, 27-36.
- Anonyme (1971). Vie de l'association. Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP). *Enseignement et Technologie*, 1, 29-31. In ARTheque - STEF - ENS Cachan, Item #36, <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/36> (accessed February 11, 2012).
- Anonyme (1987). Éditorial. Électronique – Informatique. Bulletin de recherche sur l'emploi et la formation. *Bref*, 27, 1.
- Anonyme (1988). « De l'ENP au lycée technique. 1888 - 1988 », témoignage édité pour le bicentenaire du lycée technique d'Armentières.
- Anselmetti Viviane (1991). *Copie de la lettre de démission adressée le 14 juin 1991 par Jean-Pierre Frachet aux membres du GTD automatique*. (Archives personnelles).
- APTEP (1972). Pour un enseignement cohérent dans l'Éducation nationale de la technologie. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 7/8, 14.
- Arnaud Pierre (1989). Contribution à une histoire des disciplines d'enseignement : la mise en forme scolaire de l'éducation physique. *Revue française de pédagogie*, 89, 29-34.
- Arquès A. (1954). Le laboratoire de métallurgie au Collège national technique de Reims durant l'année 1952-53 (suite et fin). Point de vue pédagogique. *Technique Art Science*, 9, 10, 17-19.
- Artus Ch., Rabier Philippe (1947). Maintien de la Direction de l'E.T. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 26, 9.
- Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G (1982). *Construction industrielle*. (Collection H. Longeot et L. Jourdan). Paris : Dunod.
- Aublin Michel *et al.* (1982). Automatismes dans les classes de seconde à option technologique. Machine de marquage. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 235, 26-33.

Aublin Michel, Cahuzac René, Ferraz Jean-Pierre, Vernhères Guy (1996). *Construction mécanique Premières Terminales STI*. Paris : Dunod.

Aublin Michet et Jourdan Laurent (1991). *Les apports spécifiques des activités technologiques aux différents niveaux de formation*. Séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques « Comment former aux compétences de la conception ? » (pp. 33-44). LIREST, INRP, CFPET, ENS Cachan. Disponible sur [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes\\_91-92.pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes_91-92.pdf)

Audigier François, Tutiaux-Guillon Nicole (2008). *Contenus et compétences*. Bruxelles : De Boeck.

Augigier François (1993). *Les représentations que les élèves ont de l'histoire et de la géographie. À la recherche des modèles disciplinaires, entre leur définition par l'institution et leur appropriation par les élèves*. Thèse : Université Paris 7.

Banquet, Huat, Havaut, Muller, Ouziaux, Ponthieux (1979). Un exemple de la formation technologique en classe de mathématique spéciale technologique. Étude d'un compresseur flat-twin. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 218, 10-18.

Barlex David, Spendlove David (2011). Éd. *Design and Technology Education : An International Journal*, 16-1.

Barlier Claude, Bourgeois René, Virot Fernand (1997). *Construction mécanique industrielle – Data STI*. Paris : Foucher.

Barlier Claude, Chassaing Jean-Paul, Bougeois René (1989). *Prémotech, technologie des systèmes automatisés*. Paris : Casteilla.

Baron I. (1966). La formation pédagogique des professeurs techniques adjoints. Étude expérimentale de déterminants technologiques. *Le Cours Industriel*, 3, 69-72.

Barthélémy B. (1947). Diplôme d'élève breveté des ENP. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 12.

Basquin René (1958). *Les enseignements pratiques dans les sections industrielles de garçons*. In Fernand Renaudeau (Dir.). Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

Basquin René et Métral, A. (1941). *Mécanique. À l'usage des Écoles nationales professionnelles*. Paris : Delagrave.

Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-180.

Bauer Denis, Bourgeois René, Jakubowicz Marc (2001). *Première et terminale. Mémotech Sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla.

Baumard Marylin (2012). Un master, sinon rien ! *Cahier du Monde*, 25 janvier 2012, 20843,1-15.

Belhoste Bruno (2002). Anatomie d'un concours. *Histoire de l'éducation [En ligne]*. <http://histoire-education.revues.org/index827.html>

Belhoste Bruno. (1995). *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, tome I : 1789 -1914*. Paris : INRP et Economica.

Belhoste Bruno (2001). La préparation aux grandes écoles scientifiques au XIX<sup>e</sup> siècle: établissements publics et institutions privées. *Histoire de l'Éducation*, 90, 101-130.

Belhoste Bruno (2003). *Une histoire des CPGE*. Colloque organisé par l'Union des professeurs de spéciales avec la participation de la Conférence des grandes écoles et des associations de professeurs de classes préparatoires. Colloque à l'École Normale Supérieure. 16 et 17 mai. Paris.

Belloc (1947). Unification ou hiérarchisation des établissements de l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 18-19.

Belloc Gabriel (1962). L'École normale supérieure de l'enseignement technique. *Technique Art Science*, 3,3-22.

Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1993). *TSA - Technologie des systèmes automatisés. Technologie industrielle*. Paris : Foucher.

Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher.

Benielli François, Cerato Gilles (2001). *Première et terminale STI Automatique Informatique industrielle*. Paris : Foucher.

- Benoît Monique (1992). *L'enseignement de la géographie à l'école primaire 1867-1991*, thèse, Université Paris-1.
- Bentz B., Bernard Y., Bresciani J., Cayol J.-C., Chauvet E., Franchi J.-P., Jourdan L., Loffredo A., Neveu P., Royon J.-C. (1985). *Fabrications industrielles. (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.
- Bentz B., Bresdani J., Cayol J.-C., Jourdan L., Neveu P., Perrin J., Sinibaldi F. (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.
- Bergmann Claude (2005). *Repères pour la formation CPGE TSI Classes préparatoires aux grandes écoles Technologie et sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale.
- Bergmann Claude (2011). *Enseigner les sciences de l'Ingénieur en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.
- Bernard Claude (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Garnier-Flammarion, 1966. Édition électronique. Collection : texte intégral.  
[http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques\\_des\\_sciences\\_sociales/index.html](http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques_des_sciences_sociales/index.html)
- Berrens Sylvain (1953). *Manuel de technologie. Deuxième partie du Baccalauréat Technique*. Paris : Belin.
- Berrens Sylvain (1960). *Manuel de technologie. Première partie du baccalauréat technique. 5<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition, 1949)*. Paris : Foucher.
- Bert R., Dupinian C., Jambon P., Tranchant Y. (1979). *Construction mécanique niveau 1*. Paris : Hachette.
- Berthoin Jean (1955). Conférence de presse sur la réforme de l'enseignement. *L'enseignement technique*, 6, 17-31.
- Bertin Jacques (1967). *Sémiologie graphique*. Paris : Gauthier-Villars. Paris-La Haye : Mouton & Cie. Paris : École pratique des Hautes Études. Avec le concours du CNRS.
- Bertrand, M. (2009). « *Penser l'événement* » en histoire : mise en perspective d'un retour en grâce. In Michel Grossetti. *Bifurcations*. Paris : La Découverte « Recherches ».
- Bétant Bernard, Foucault Marc, Peyrou Christian (2010). *Note relative à la mise en œuvre du plan pour la réussite en licence*. Rapport IGAENR n° 2010-091.
- Biales Christian. *Quelles nouvelles frontières pour l'Enseignement technique ? (IV) Une dynamique. Analyse historique et perspectives d'avenir*. Espace Internet de Christian Biales. (D'après la revue du SNET, mars 1959). Disponible sur : <http://www.christian-biales.net/pages/pedadida.html>
- Bianciotto André, Boye Pierre (1989). *La technologie des quatrièmes et troisièmes technologiques*. Paris : Delagrave.
- Bittighoffer Vincent, Perrot Norbert, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2006). *Technologie*, 6<sup>ème</sup>. Paris, Nathan
- Bittighoffer Vincent, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2009). *Technologie* 4<sup>e</sup>. Paris : Nathan.
- Bizot Marcel (1961). *La commande des moteurs électriques et son application aux engins de levage*. La Télémechanique Électrique. Nanterre : Sodima.
- Blanchard Michel (1979). *Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET*. Toulouse : Cepadues.
- Blanchet René (2009). *Académie des Sciences*. Nice le 12 janvier 2009.
- Blanc-Serrier Séverine (2001). *Méthodologie pour définir son organisation pédagogique en CPGE*. Séminaire CPGE Lycée Raspail. Diaporama. Paris 6 juillet 2011.
- Bleux J.-M., Fanchon J.-L. (1996). *Génie mécanique - Automatismes industriels*. Paris : Nathan.
- Bloch Marc-André (1953). *La pédagogie des classes nouvelles*. Paris : PUF.
- Bodé Gérard. Chronologie de l'enseignement technique.  
[www.inrp.fr/she/fichiers\\_rtf\\_pdf/bode\\_%20chronologie\\_et.pdf](http://www.inrp.fr/she/fichiers_rtf_pdf/bode_%20chronologie_et.pdf)
- Bodin Y., Laurens D., Richardeau (1982). L'agencement en seconde. Réflexions – enquête sur trois lycées. *Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public*, 14, 4-5.
- Boissinot Alain (2007). *Consultation sur les projets de programmes de la voie « Sciences et technologies de l'ingénieur »*.
- Bonis Marc (2001). *Présentation du référentiel et du livret d'accompagnement - Groupe d'experts STI - Référentiel S.SI - Document de travail*. Diaporama, vues 17 et 18.
- Borne Dominique (1998). *Le manuel scolaire (IGEN)*. Paris : La Documentation française.

- Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla.
- Boucault R., Cauvin P., Minetti F. (1988). Store automatique. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 16, 3-39.
- Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I*. Paris Foucher.
- Bouchut Anne (2002). *La ville comme objet d'enseignement au cycle III de l'école élémentaire*. Thèse. Paris : Université Paris 7.
- Bouisset Roger, Sarrato Georges (1987). L'option TSA en seconde après les réunions nationales de Nîmes et de Rouen en mai 1987. *Technologies & Formations*, 13, 12-17.
- Boulanger R. (1955). Rapport sur la préparation aux grandes écoles scientifiques. Président de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale.
- Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla.
- Boutaud M., Largeau Ch., Vaysse P. (1970). *Technologie et mécanique - physique. Tome I - Classe de 4<sup>ème</sup>*. Voiron : Librairie Chemain. (p. 62).
- Bouteille Daniel (1970). *Les commandes logiques à fluides et l'automatisation industrielle*. Paris : Dunod.
- Boutry Édouard (1933). *Le solfège industriel*. Paris : Eugène Figuière.
- Brard Paul (1982). Historique du GRAFCET. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 239, 10-11
- Briand Jean-Pierre, Chapoulie Jean-Michel (1992). *Les collèges du peuple*. Paris : INRP - CNRS - ENS Fontenay - Saint-Cloud.
- Briand Jean-Pierre, Chapoulie Jean-Michel. (1993). L'institution scolaire et la scolarisation : une perspective d'ensemble. *Revue française de sociologie*, 34, 1. 3-42.
- Bru André (1950). *Cours général de dessin industriel*. Paris Dunod.
- Brucy Guy (1995). *Construction du modèle français. Le temps des fondations : fin XIX<sup>e</sup> siècle – années trente*. Deux cents ans d'École normale supérieure. Deux siècles pour forger l'Enseignement Technique et les Sciences Appliquées. Actes de la journée du jeudi 19 octobre 1995 à l'ENS Cachan.
- Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômés de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965). L'État - L'école - Les entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin.
- Brucy Guy (2001). La doctrine de la CGT sur la formation des adultes : entre pragmatisme et lutte de classes (1945-1955). *Travail et emploi*, 86, 65-86.
- Brunhold Charles (1948). *Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement des sciences*. Paris : Masson.
- Brysebout Claudine, Laurent Christian, Lauzier Michel, Prost Guy, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas (2003). *Terminales S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher.
- Bufferne A., Garmy A. (1958). Le laboratoire industriel de l'École nationale professionnelle de Thiers. *Technique Art Science*, 119, 120, 87-97.
- Buisson Albert (1947). L'épreuve d'atelier au baccalauréat « Mathématiques et technique » et les travaux manuels éducatifs. *Technique Art Science*. 10, 14-19.
- Buisson Albert (1949). Un débouché pour les classes nouvelles : la formation des techniciens. *Technique Art Science*. 10, 1-4.
- Buisson Albert (1953). *Allocution à l'occasion de la pose de la première pierre du Centre national d'enseignement technique de Cachan. À Cachan naît l'ENSET*. Plaquette réalisée par l'École Estienne, le centre d'apprentissage de Colombes et le centre d'apprentissage des arts graphiques.
- Butin R., Pinot M. (1980). *Fabrications mécaniques : technologie*. Paris : Foucher.
- Calmettes Bernard (1996). *Contribution à l'étude des curriculums. Le cas de l'enseignement de l'électrotechnique dans les classes du second degré des lycées d'enseignement général et technologique*. Thèse de doctorat nouveau régime en didactique des sciences. Direction Richard Lefèvre. 19 janvier 1996. Université de Toulouse 3, Lemme.
- Calmettes Bernard, Lefevre Richard (1996). Curriculum réalisé : étude de cas relatifs à l'enseignement de l'électrotechnique. *Aster* 23, 87-107.

- Calvet, Courtinot, Durand, Hugenschmitt, Perruchot (1976). Éléments d'analyse technique (fonction d'un mécanisme finalisé). *Techniques industrielles*, 77, 55-58, supplément calque A 3 détachable 6-3-3-1.
- Campa André (1945). *L'enseignement du travail manuel dans les écoles françaises. Son rôle éducatif dans la formation de la jeunesse. Rapport, 14 pages dactylographiées, présenté à la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Sous-commission « Éducation »*. PV de la 1<sup>re</sup> séance du 22 février 1945. A.N. 71/AJ64.
- Campa André (1956a). Les travaux d'atelier dans les établissements de l'enseignement technique. *Le Cours Industriel*, 1, 1-3.
- Campa André (1956b). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 5, 138-139.
- Campa André (1957). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil et à la pièce (suite). Contrôle des déplacements, appareils à contrôle automatique. *Le Cours Industriel*, 10, 261-266.
- Campa André (1958a). Organisation des stages au bureau des travaux dans les ENP et les collèges techniques. *Le Cours Industriel*, 4, 97-100.
- Campa André (1958b). L'enseignement de la Technologie de Construction, éditorial. *Le Cours Industriel*, 5, 129-131.
- Campa André (1958c). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 4, 101-105.
- Campa André (1958d). L'enseignement de la Technologie de Construction, éditorial. *Le Cours Industriel*, 5, 129-131.
- Campa André (1972). Projet de réforme de l'organisation des enseignements du second cycle du second degré. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 7/8, 11-13.
- Canonge Fernand (1957). Pédagogie de l'observation, éditorial. *Le Cours Industriel*, 3, 65-66.
- Canonge Fernand (1946a). Baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 20, 14.
- Canonge Fernand (1946b). Le nouveau conseil supérieur de l'Éducation nationale. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 3-4.
- Canonge Fernand (1946c). Les centres font partie du second degré. *Technique Art Science*, 1, 7-9.
- Canonge Fernand (1946e). La première partie du baccalauréat technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 15, 9-10.
- Canonge Fernand (1949). Les Écoles normales nationales d'apprentissage : Les problèmes pédagogiques propres à l'Enseignement technique. *Technique Art Science*, 3, 38-42.
- Canonge Fernand (1958a). Pédagogie de l'expérimentation dans les enseignements techniques. *Le Cours Industriel*, 7, 193-194.
- Canonge Fernand (1958b). Pédagogie de l'expérimentation dans les enseignements techniques (suite). *Le Cours Industriel*, 8, 225-227.
- Canonge Fernand (1959a). Méthode d'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 7, 193-194.
- Canonge Fernand (1959b). L'analyse technique appliquée aux problèmes de fabrication. *Le Cours Industriel*, 10, 189-290.
- Canonge Fernand (1959c). L'observation. *Technique Arts Science*, 2, 44-45.
- Canonge Fernand (1960a). L'observation dans la technique et la pédagogie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-178.
- Canonge Fernand (1960b). L'observation dans la technique et la pédagogie (suite). *Le Cours Industriel*, 7, 209-210.
- Canonge Fernand (1962). Le progrès technique et l'évolution des méthodes de production. Séminaire des directeurs et professeurs d'ENNA et des inspecteurs de l'enseignement technique des disciplines techniques. Paris, novembre 1960. *Supplément à L'Éducation nationale. Les fiches d'informations pédagogiques et techniques*, 102, 103.
- Canonge Fernand (1963a). Aspect général de l'analyse technique. *Le cours industriel*, 6, 161-163.
- Canonge Fernand (1963b). L'observation associée à l'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 7, 193-195.

- Canonge Fernand (1964a). L'enseignement de la technologie, raisonnement et activités de recherche. *Le Cours Industriel*, 4, 97-99.
- Canonge Fernand (1964b). *Pédagogie de l'enseignement technique*. (Fascicule : recueil d'éditoriaux de la revue *Le Cours Industriel*). Paris : Foucher
- Canonge Fernand, Duceul René (1969). *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris : PUF.
- Carcopino Jérôme (1941). Discours de M. Carcopino radiodiffusé de Vichy le 3 sept. 1941. *L'information universitaire. Edition spéciale du 6 septembre 1941*, 1036, 1 et 5.
- Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Foucher.
- Carrard Michel, Frachet Jean-Paul (1992). *Lettres à M. Christian Forestier, directeur des lycées et collèges. Saint-Ouen le 12 octobre 1992*. (Archives personnelles).
- Carraz Roland (1984). *Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale*. JORF n° 98 du 24 novembre 1984, p. 3440. Sénat, 28<sup>e</sup> séance du 23 novembre 1984. Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale.
- Cartonnet Yves (2002). Proposition d'un schéma d'organisation des formations de concepteurs à l'analyse des systèmes techniques : *Pystile. Aster 34*, 157-180.
- Caspar Pierre (1984). De l'horrible danger d'une analyse superficielle des manuels scolaires. *Histoire de l'éducation*, 21, 67-74.
- Castell Abdon, Dupont André (1975a). *Technologie professionnelle générale. Profession de la mécanique. Enseignements technologiques – formation continue. Premier livre*. Paris : Desforges.
- Cauët R. (1958). Réalités actuelles de l'enseignement technique, le recrutement et la formation des professeurs, certifiés et agrégés, de l'enseignement technique. *L'enseignement technique*, 18, 29-38.
- Cauët, R. (1956). Réalités actuelles de l'enseignement technique. *L'Enseignement technique*, 11, 57-61.
- Cavet Agnès (2011). *Rythmes scolaires : pour une dynamique nouvelle des temps éducatifs*. Dossier d'actualité de la VST, n° 60, février. <http://www.inrp.fr/vst/LettreVST/60-fevrier-2011.php>
- Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106.
- Chabal Jean (1987). Présentation du dossier. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 8, 39.
- Chabal Jean *et al.* (1969). La valeur culturelle de la technologie. *L'US*, 4, 20-31.
- Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Duceul René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher.
- Chabal Jean, De Preester Roger (1974). *Enseignement de la construction mécanique. Dessin et technologie, niveau 1, fascicule A*. Paris : Foucher.
- Chapoulie Jean-Michel (2005). Représentation de la main d'œuvre, actions parlementaires et administratives – Le développement de l'Enseignement technique entre les deux guerres. *Vingtième siècle. Revue d'Histoire*, 88, 23-47.
- Chapoulie Jean-Michel (2006). Les nouveaux spécialistes des sciences sociales comme « experts » de la politique scolaire en France 1945-1962. *Genèses*, vol.3, 164, 124-145.
- Chappert René, Cojean Jean, Campa André (1967). *L'automatisme par les problèmes. Tome I à l'intention des débutants*. Paris : Foucher.
- Chappert René, Cojean Jean, Thiberville Lucien, Campa André (1972). *L'automatisme par les problèmes. Tome II classes terminales*. Paris : Foucher.
- Charles Frédéric (2008). *Les archives de la commission Lagarrigue*. Mémoire inédit de master 2 recherche. ENS Cachan. 97 pages. Frédéric Charles (à paraître) actes du colloque Rédiscol.
- Charlot Bernard, Figeat Madeleine (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*. Minerve : Paris.
- Charmasson Thérèse, Lelorrain Anne-Marie & Ripa Yannick (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, *Économica*.
- Charpentier Frédéric, Prenel Jean-Marc, Duménil Jérémie (2007). Le TAFT, un outil pour la capitalisation de l'AFT. *Technologie*, 148, 48-66.
- Charpentier Jean-Pierre (1887). *Dix ans de S.P.I. (1976-1986). Direction scientifique, secteur, puis département. Département des sciences physiques pour l'ingénieur*. Paris : CNRS.



- Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! *Technologies & Formations*, 19, 24-28.
- Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! 2<sup>ème</sup> partie. *Technologies & Formations*, 20, 13-19.
- Chassaing Jean-Paul (2005). *Les rénovations en génie électrique. La filière génie électrotechnique*. In Claudine Larcher, Joël Lebeaume et Nathalie Magneron (Eds). Séminaire de didactiques des sciences expérimentales et des disciplines technologiques - Mutations actuelles des sciences et techniques - Évolution de leur enseignement et de leur diffusion - Refondation à venir. 2004-2005, pp. 41-54. Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem\\_04-05.htm](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_04-05.htm)
- Chatel Élisabeth (1994). *Des constructions à tout faire : les programmes de sciences économiques et sociales*, pp. 50-66. In Chantal Demonque, Qu'est-ce qu'un programme d'enseignement ? Paris : CNDP Hachette.
- Chervel André (1988). Histoire des disciplines scolaires. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.
- Chervel André (1993). *Histoire de l'agrégation. Contribution à une histoire scolaire*. Paris : Kimé.
- Chevalier Jean-Pierre (2003). *Du côté de la géographie scolaire. Matériaux pour une épistémologie et une histoire de l'enseignement de la géographie à l'école primaire en France*. HDR. Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Chevallard Yves (1985). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Chevènement Jean-Pierre (1984). *Discussion du projet de loi de finances pour 1985. Éducation nationale*. JORF n° 98 du 24 novembre 1984, p. 3440. Sénat, 28<sup>e</sup> séance du 23 novembre 1984.
- Choppin Alain (1980). L'histoire des manuels scolaires : une approche globale. *Histoire de l'éducation*, 9, 1-25.
- Choppin Alain (2005). *L'édition scolaire française et ses contraintes : une perspective historique*. In Éric Bruillard (Dir.). *Manuels scolaires, regards croisés*. CRDP Basse Normandie : SCEREN.
- Christian Beullac. *Un patron dans l'Éducation 1978-1981*. Journée d'études organisée le 3 juillet 1996 à Paris (Sorbonne). Témoins et acteurs des politiques de l'Éducation. 1998. INRP : CNDP.
- Cimelli Claudio (2011). *Technologies 1. Du réel au modèle 1<sup>re</sup> STI2D toutes spécialités*. Paris : Hachette technique.
- Clément André (2002). Que peut-on, que doit-on enseigner aujourd'hui ? *Technologies & Formations*, 100, 3-4.
- Cohen E. (1971). Naissance d'un produit nouveau et analyse de la valeur. Bulletin de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public. *Enseignement et technologie*, 4, 15-19.
- Cohendy Émile (1911). *Écoles pratiques de commerce et d'industrie. Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire. Édition de 1911*. Édition électronique. Lyon : IFE. <http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/document.php?id=3429>
- Collectif (1986). *Vers une maîtrise sociale du parcours productique*. Groupe des industries métallurgiques de la région parisienne
- Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles pour l'ingénieur Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher.
- Colombari Gérard, Lauzier Michel (1995). *Automatique et informatique industrielle 2. Conception des systèmes*. Paris : Foucher.
- Combes Marie-Christine (1986). La loi de 1971 sur l'apprentissage : une institutionnalisation de la formation professionnelle. *Formation emploi*, 15, 18-31.
- Constans M. (1953). *Les Écoles nationales professionnelles*. Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.
- Constant M. (1950). L'ingénieur doit-il savoir dessiner ? *Technique Art Science*, 5, 29.
- Couffignal Louis (1963). *La cybernétique*. 1<sup>re</sup> réédition 1966. Paris : PUF.
- Coureault Henri (1980). *Automatismes, les techniques pneumatiques. Préface de Daniel Bouteille*, Paris : Berger-Levrault.
- Cros Françoise (2005). *Innovation*. In Philippe Champy et Christiane Étévé (Dir.). Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation. Paris : Retz.

- Cuvelier A. (1947). A propos du BEI. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 21, 20.
- D'Enfert Renaud (2003). *L'enseignement du dessin en France: figure humaine et dessin géométrique, 1750-1850*. Paris : Belin.
- D'Enfert Renaud (2008). In Guy Legrand et Isabelle Delcambre (Dir). (2008). Textes officiels et école. *Spirale*, 42, 148-150. URL : <http://histoireeducation.revues.org/index2235.html>
- Damiens Georges (1987). Au service de la compétitivité L'analyse de la valeur. *Travail & Maîtrise La revue des Agents de maîtrise et des techniciens de l'industrie, supplément au n° 431*, 1-16.
- Darcos Xavier (2007). *La rénovation de l'enseignement professionnel*. Discours du 6 septembre à Châlons-en-Champagne.
- Darcos Xavier (2008). *Présentation des nouveaux programmes du primaire*. Conférence de presse du 20 février 2008.
- Dargenton, Lefevre, Bruhat, Dubois, Dubreil, Dupont, Gauthier (1951). Commission d'étude ministérielle des programmes scientifiques. Réunion de la première sous-commission, 28 juin 1951. AN : F17/17511.
- Daviet Jean-Pierre (1995). *Émergence des génies industriels à l'École normale supérieure de Cachan. Deux cents ans d'École normale supérieure. Deux siècles pour forger l'enseignement technique et les sciences appliquées*. Actes de la journée du jeudi 19 octobre 1995 à l'ENS Cachan. (p. 41).
- Day Charles Rodney (1991). *Les écoles d'Arts et Métiers. L'enseignement technique en France, XIX<sup>e</sup> –XX<sup>e</sup> siècle*. Traduit de l'anglais par Jean-Pierre Bardos. Paris : Belin.
- De Cock Laurence (2011). *Pour un aggiornamento de l'enseignement de l'histoire-géographie*. <http://aggiornamento.hypotheses.org/25>
- De la Bretesche Bertrand (2000). *La méthode Apte Analyse de la Valeur Analyse Fonctionnelle*. Paris : Pétrelle.
- De la Broise Tristan, Torres Félix (1996). Schneider l'histoire en force. Paris : Jean-Pierre de Monza.
- De Landsheere Vivianne. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris : PUF.
- De Latil Pierre (1953). *Introduction à la cybernétique. La pensée artificielle*. Paris : Gallimard.
- De Rosnay Joël (1975). *Le macroscopie vers une vision globale*. Paris : Seuil.
- De Vries Erica (2006). *Représentation et technologie en éducation. Mémoire HDR (2)*. Université Pierre Mendès France. Laboratoire des sciences de l'éducation.
- De Vries Marc J. (2011). *Positioning Technology Education in the Curriculum*. Rotterdam : Sense Publishers.
- Debette Bernard (1986). Les nouvelles options de technologie industrielle en classes de seconde de lycée. *Technologies & Formations*, 8, 15-16.
- Decaunes Luc et Cavalier Marie-Louise (1962). *Réformes et projets de réforme de l'enseignement français de la Révolution à nos jours (1789-1960)*. Paris : IPN.
- Deforge Yves (1964). Quelques réflexions sur les manipulations. *Le Cours Industriel*, 2, 33-36.
- Deforge Yves (1966). Peut-on apprendre à inventer ? *Le Cours Industriel*. 9, 257-260.
- Deforge Yves (1970). *L'éducation technologique. Préface du recteur Jean Capelle*. Paris : Casterman.
- Deforge Yves (1981). *Le graphisme technique, son histoire et son enseignement*. Seyssel : Champ Vallon.
- Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1982). *Automatismes classe de seconde « options technologies industrielles »*. GRAFCET - composants - fonctions logiques - schémas. Paris : Dunod.
- Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1983). *Automatismes classe de première et terminale - formation permanente. Fonctions logiques - GRAFCET - Gemma - Séquenceur - Automates programmables*. Paris : Dunod.
- Delafollie Gérard (1991). *Analyse de la valeur*. Paris : Hachette technique.
- Denniée Victor, (1852). *De l'enseignement professionnel (1762-1852)*. Paris : toute librairie.
- Denud Bertrand, Gosse Jean-François, Lepercq Martial, Puech Laurent, Sevin Bernard (2005). *2<sup>de</sup> Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Nathan Technique.
- Desbois Marcel (1958). Étude des organes de la distribution, spécialité réparateur automobile. *Le Cours Industriel*, 5, 143-148.

- Desbordes Jean-Pierre, Richoux Claude (2011). *L'École nationale professionnelle de Vierzon*. Châteauroux : La Boulinothe.
- Direction de l'enseignement technique (1947). L'enseignement technique au cours de l'année 1946. *Technique Art Science*, 6, 8-10.
- Doulin Jeanrené (1996). *Analyse comparative des difficultés rencontrées par les élèves dans l'appropriation de différents types de graphismes techniques en classe de seconde : option « TSA » (Technologie des Systèmes Automatisés)*. Thèse de didactique des sciences et techniques. LIREST : ENS Cachan.
- Druot Antoine (1925). *Le dessin industriel dans les écoles techniques. Compte rendu de la semaine du dessin du 28 juillet au 2 août 1924*. Paris : Delagrave.
- Druot Antoine (1939). Cours de technologie d'atelier. Paris : Eyrolles.
- Dubief Fernand (1907). L'apprentissage. Conférence faite le mardi 4 juin 1907 dans le grand amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers. *Annexe au bulletin de l'Association française pour le développement de l'Enseignement technique commercial et industriel*, 18, 3-18.
- Dubois Pierre (1948). *Généralités technologiques*. Paris : Dunod.
- Ducel René (1963). L'enseignement de la technologie dans les classes de 4<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup>. *L'ingénieur de l'enseignement technique*, 107, 9-14.
- Ducel René (1966). Notion de circuit mécanique. *Le Cours Industriel*. 3, 82-90.
- Dufour Charles (1969). L'enseignement de l'électronique dans les instituts universitaires de technologie. *Technique Art Science*, 10, 12-22.
- Durand Daniel (1979). *La systémique*. Paris : PUF.
- Duroux J., Faucard Robert (1967). *Technologie générale et de construction. Tome II, lycées techniques*. Lyon : Desvignes André.
- Durry Marcel (1944). Commission pour la réforme de l'enseignement réunie à Alger de mars à septembre 1944. BO hors série du 16 novembre 1944.
- Duverney Daniel, (2006). *Le baccalauréat scientifique et son contexte depuis 1962*. <http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/ActionSciences/4%20-%20Bac%20scientifique.PDF>
- ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique - Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36.
- Erkmen Aydan M., Tsubouchi Takashi, Murphy Robin (2001). Mechatronics Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. En ligne : <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=932751>
- Esch Muriel, Le Ster Fabrice, Mouix Rodolphe (2011). *Compte rendu de l'entretien du 16 mars 2011 avec Monsieur Perrot*. Association ASSETEC (association nationale pour l'enseignement de la technologie).
- Faguer Jean-Pierre (1983). Le baccalauréat "E" et le mythe du technicien. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 50, 1, 85-96.
- Fichou Philippe (2012). Présentation du guide d'élaboration d'un sujet et du sujet zéro. Diaporama. Dossier Pédagogique : Actes du séminaire Rénovation de l'enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur - Mars 2012 - Paris. [http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches\\_dossiers/actes\\_du\\_seminaire\\_renovation\\_de\\_l\\_enseignement\\_specifique\\_des\\_sciences\\_de\\_l\\_ingenieur\\_mars\\_2012\\_paris\\_DP.php](http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches_dossiers/actes_du_seminaire_renovation_de_l_enseignement_specifique_des_sciences_de_l_ingenieur_mars_2012_paris_DP.php)
- Fieux Jean, Wolff G., Gault A.-P. (1953). *Les besoins des professions*. In Fernand Renaudeau (Dir.). Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi. (p 41).
- Fongrenaud M. (1959). Le baccalauréat technique, conférence de l'IPET du 10 avril 1959. *L'enseignement technique*. 23, 25-32.
- Forestier Christian (1994). *Préface*. In Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés. Ministère de l'Éducation nationale Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales.
- Forestier Christian (1999). *Propositions pour une rénovation de la voie technologique au lycée*. Ministère de l'Éducation nationale. Académie de Versailles.

Forquin Jean-Claude (2006). *Apprentissages documentaires, culture scolaire et problématique curriculaire*. <http://www.cndp.fr/savoirscdi/index.php?id=1506#hautpage>

Forquin Jean-Claude (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome I*. Paris : Foucher.

Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome II. Programmation*. Paris : Foucher.

Fournigault Jean-Pierre, Rué Christian, Sol Monique (1991). *Un projet technique : un minuteur 2 - Corrigé - Technologie collège - 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> techno STI*. Paris : Foucher.

Fourrier Charles (1965). *L'enseignement français de 1789 à 1945*. Paris : IPN.

Fowler T.C., Save F. (1994). Historique de l'analyse fonctionnelle aux USA. (Traduit par Y. Salaun et A. Noireal). *La valeur*, 59, 26-27.

Frachon Benoit (1946). *La bataille de la production. Nouvelle étape du combat contre les trusts. Rapports et discours*. Paris : Ed. Sociales.

Frank Marie-Thérèse, Mignaval Pierre (2004). *Jean Ferrez. Au service de la démocratisation. Souvenirs du ministère de l'Éducation nationale 1943-1983*. Lyon : INRP.

Fras R. (1946). Rapport sur la situation du personnel des ateliers dans l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 19, 4-5.

Friedmann Georges (1958). L'Automation. Quelques aspects et effets psycho-sociologiques. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 4, 625-638.

Gal Roger (1946). Le dernier congrès de l'éducation nouvelle. *Technique Art Science*, 2, 9.

Gal Roger (1947). Nécessité d'un humanisme technique et professionnel. *Technique Art Science*, 2, 1-4.

Gal Roger (1948). *Histoire de l'éducation*. Paris : PUF.

Gavet Dominique, Polizzi Marc (1995). L'enseignement technique et l'analyse de la valeur. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 43-47.

Gavignet L., Briselance C. (1981). *Naissance d'un appareil microtechnique au lycée Jules-Haag de Besançon. Techniques industrielles*, 125, 53-61. (p. 54).

Géminard Lucien (1965). *Pédagogie de la mécanique. Séminaire des inspecteurs de l'enseignement technique. Cachan le 19/01/1965. Séminaire national. Exposé principal et notes complémentaires sur la mécanique physique. Compte rendu de l'exposé de l'inspecteur général Géminard*. Cachan les 18,19 et 20 janvier 1965.

Géminard Lucien (1968). Technologie, analyse technique, logique d'agencement. *Techniques industrielles*, 4, 15-39.

Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod.

Géminard Lucien (1971). *Formation des professeurs des enseignements techniques et professionnels en Europe*. Paris : INRDP.

Géminard Lucien (1971). La technologie, l'enseignement de la technologie en France. Conférence du 9 avril 1970, Institut pédagogique national. *Technique Art Science*, 6, 3-12.

Géminard Lucien (1973). *L'enseignement éclaté. Étude des problèmes par l'analyse des systèmes*. Paris : Casterman.

Géminard Lucien (2002). L'unification du système enseignant français 1963-1985. Souvenirs d'un inspecteur général. Paris : INRP.

Géminard Lucien, Gros La Faige F. (1966). *Construction mécanique. Éléments des projets. Tome I et II*. Paris : Dunod.

Gerey Maurice, Loison Hubert, Villet Dominique (1994). *Technologie des systèmes automatisés en seconde, TSA, TP*. Paris : Hachette Technique.

Giet Armand, Pasquet Raymond (1953). *Technologie de construction. Tome I, liaison des pièces mécaniques*. Paris : Dunod.

Giet Armand, Pasquet Raymond (1959). *Technologie de construction. Tome 3. Organes de machines*. Paris : Dunod.

- Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave.
- Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave.
- Girardot R. (1986). L'analyse de la valeur. *Techniques industrielles, bulletin spécial n° 16*. Grenoble : CNDP, CRDP de l'académie de Grenoble.
- Girard René, Canonge Fernand, Rabier Philippe (1946). Pour le maintien d'un conseil Supérieur de l'enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*. 16, 6.
- Giriat Henri (1963a). Nature de la pensée technique. *Le Cours Industriel*, 8, 225-226.
- Giriat Henri (1963b). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 9, 257-261.
- Giriat Henri (1963c). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 2, 33-35.
- Giriat Henri (1963d). Nature de la pensée technique (suite). *Le Cours Industriel*, 3, 65-68.
- Goffard Monique (2007). Pratiques et démarches expérimentales. *Le Bup*, 898, 37-39.
- Gohau Gabriel (1987). Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences. *Aster*, 5, 49-70.
- Gontard Maurice (1972). Une réforme de l'enseignement secondaire au XIX<sup>e</sup> siècle : « La bifurcation » (1852-1865). *Revue française de pédagogie*. 20, 6-14.
- Goodson Ivor (1981). Becoming an academic subject. *British Journal of Sociology of Education*, 2(2), 163-180.
- Goodson Ivor (1983). *School Subjects and Curriculum Change : Case Studies in Curriculum History*. Londres : Croom Helm.
- Gouard E., Herniaux G. (1939). Mécanique. Complément au cours élémentaire de mécanique industrielle. Deuxième partie. Paris : Dunod
- Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique.
- Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation.
- Granai Georges (1967). *Techniques de l'enquête sociologique*. In Georges Gurvitch (Dir.). *Traité de sociologie* (troisième édition revue et mise à jour). Paris : PUF. (p. 141).
- Grandjean André (1987). Analyse fonctionnelle. *Technologies & Formations*, 13, 28-33.
- Grawitz Madeleine (1990). *Méthodes des sciences sociales*. 8<sup>e</sup> édition. Paris : Dalloz.
- Greniewski Henryk (1965). *Cybernétique sans mathématiques 1. Préface de Louis Couffignal*. Traduction de la version anglaise par le professeur Perroux. Paris : Gauthier-Villars.
- Guichard Olivier (1971). Allocution du ministre de l'Éducation nationale prononcée le 27 mai en ouverture des travaux de la commission Lagarrigue. *Bulletin de l'Union des physiciens (1977)*, 597, 9-12.
- Guichard Olivier (1971). Mission de la commission d'étude pour l'enseignement des sciences physiques dans le second degré. Directives de M. Olivier Guichard, ministre de l'Éducation nationale. *Bulletin de l'Union des physiciens (1977)*, 597, 7-8.
- Guillien Raymond, Vincent Jean (1974). *Lexique de termes juridiques*, 4<sup>e</sup> édition. Paris : Dalloz.
- Guillon Jean (1965). L'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 117, 11-14.
- Guillot L. (1918). *Cours de mécanique. Tome 4, Moteur à gaz et à pétrole*. Paris et Liège : Béranger.
- Gutierrez Laurent, Kounelis Catherine (2010). *Paul Langevin et la réforme de l'enseignement*. Grenoble : PUG.
- Guyard Jacques (1991). *Allocution sur la rénovation des lycées. Rénovations pédagogiques de lycées Propositions et décisions*. Conférences de presse du 22 avril et 25 juin 1995. Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.
- Hamon Christian (2007). *La méthode SIEM*. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les systèmes pluritechnologiques.

- Hamon Christian (2008). *La méthode active d'enseignement expérimental dans l'enseignement technique, la revue « Technique Art Science » comme témoin*. Master recherche. UMR STEF, ENS Cachan, INRP, UniverSud Paris.
- Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, n° 48, 39-62.
- Hamon Christian, Lebeaume Joël (2010). Vers une technologie pour tous au lycée ? *Technologies & Formation*, 150, 40-44.
- Hamon Christian, Lebeaume Joël (2011). *Les compétences dans l'enseignement technologique en France : une longue histoire ?* Deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 & 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille III. Villeneuve-d'Ascq.
- Hamon Christian, Lebeaume Joël (à paraître.). *La configuration curriculaire de la technologie au lycée : proposition pour une extension des approches comparatistes*. In actes du deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 et 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille 3. Villeneuve-d'Ascq.
- Harlé Isabelle (2003). L'introduction d'une culture technique au collège : une analyse socio-historique. *Revue française de pédagogie*, 144, 95-103.
- Hautier Jean-Paul (2008). *Un livre blanc pour l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers*. Paris : Arts et Métiers ParisTech.
- Hazard Claude (1984). *La commande numérique des machines-outils. Technologie Programmation Applications*. Paris : Foucher.
- Hazard Claude (1985). *Les automatismes industriels aujourd'hui et demain*. Paris : Télémécanique/Nathan.
- Hazard Claude, Desroche Marcel, Traquelet Yves, Pinot Jean-François (1987). *Technonormes Normes et documents technologiques*. Paris : Nathan technique.
- Hélène Gispert et Nicole Hulin (Dir.). *Les sciences au lycée : un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*. Paris : Vuibert et INRP.
- Hosotte Adrien (1969). Note critique. Canonge (Fernand), Ducel (René) – La pédagogie devant le progrès technique. – Paris, Presse Universitaire de France, 1969. – 18 cm, 212 p. tabl., grap. *Revue française de pédagogie*, 9, 1, 29-31.
- Hostein Bernard (1996). Les options en classes de seconde : ambitions et ambiguïtés. *Aster*, 23, 129-153.
- Hubert René (1946). *Traité de pédagogie générale*. Paris : PUF.
- Hulin Nicole (1984). L'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique. *Revue française de pédagogie*, 66, 1, 15-27.
- Hulin Nicole (1991). La constitution et les débuts de la Commission Lagarrigue (1969 - 1971) ou du rôle moteur des sociétés savantes. *Bulletin de l'Union des physiciens*, 85, 710, 11-29.
- Humbert M.-J. (1969). Exercice d'ajustage. Première partie. *L'ingénieur de l'enseignement technique*, 143, 25-31.
- Izac Christel (2011). *Enseignement des SII en ATS*. Diaporama. Séminaire CPGE du 6 juillet 2011. Paris.
- Jagu Thierry (1987). En direct de l'AFNOR. Des normes guides, pour maîtriser la valeur d'un produit. *Technologie*, 6, 7-24.
- Jamet Jean-François (2008). La compétitivité de l'industrie européenne. *Économie et management*. 129, 5-11.
- Janod Robert (1974). L'évolution de l'enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58.
- Jalut Patrick (1988). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27.
- Jalut Patrick (1989). *SADT un langage pour communiquer*. I.G.L. Technology. Paris : Eyrolles.
- Joannert Philippe (2011). Le curriculum dans les politiques éducatives. *Revue Internationale d'éducation de Sèvres*, 56.
- Jospin Lionel (1991). *Conférence de presse sur la rénovation pédagogique du lycée. Rénovations pédagogiques de lycées - Propositions et décisions*. Conférences de presse du 22 avril et 25 juin 1995.

Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.

Jouineau Claude (1968). *Analyse de la valeur et ses nouvelles applications industrielles*. Paris : Entreprises Moderne Edition.

Jouineau Claude (1982). *L'analyse de la valeur. Méthodes, mise en œuvre, applications*. Paris : Entreprise moderne d'édition.

Jourdan L., Perrin J., Bentz B., Cayol J.-C. (1981). *Technologie industrielle, exercices par étude de cas (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.

Jourdan Laurent (1995). L'analyse de la valeur. Éditorial. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 1.

Jourdan Laurent (1997). *Préface*. In Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>er</sup> année*. Paris : Foucher.

L'Escop Jean-Paul, Perrot Louis (1994). AV chez les Bretons. *Technologies Sciences et techniques industrielles*, 74, 25-27.

Labardin Jean-Claude, Merigaud Pierre, Chaissaing Jean-Paul (1989). *Prémotech, technologie des systèmes automatisés. Guide du professeur*. Paris : Casteilla.

Labbé Edmond, Beauvais Pierre (1913). *Principes et conventions en usage dans le Dessin de Machines*. Paris : Delagrave.

Labbé Edmond, Druot Antoine, Loubignac, M. (1921). *Enseignement du dessin industriel – conseils pédagogiques*. Paris : Eyrolles.

Lambert Jacques (1992). *Vingt ans d'enseignement des automatismes dans l'enseignement secondaire technique et professionnel ou la production concertée d'un savoir technique à finalité didactique*. DEA de didactique des disciplines scientifiques (option sciences expérimentales). Sous la direction de André Terrisse. Orléans : Université Paul Sabatier.

Lamoure Jean (2010). *La revue Technique Art Science, 1944-1955 : entre pédagogie et disciplines (160-168)*. In Renaud d'Enfert et Pierre Kahn (Dir.). *En attendant la réforme Disciplines scolaires et politiques éducatives sous la IV<sup>e</sup> République*. Grenoble : PUG.

Launay D'Avranches J.-B. (1827). *Manuel du fondeur sur tous métaux ou traité de toutes les opérations de la fonderie*. Paris : Roret.

Launay Luc, Reynaud Jean Marie (2006). *L'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels*. Séminaire national PT. 15 décembre 2006. Diaporama. Paris : CERPET.

Laurenson A. (1955). Enquête sur le Brevet d'enseignement industriel nouveau régime dans l'académie de Lyon. *L'Enseignement technique*, 8, 30-36.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 1, Les Systèmes techniques*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 2, Les Parties opératives*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 3, Les Parties commandes*. Paris : Dunod.

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 4, La Mise en œuvre*. Paris : Dunod.

Laurent Pierre (1966). Les aspects de la réforme de l'enseignement propres aux enseignements techniques. *Technique Art Science*, 1, 15-26.

Layton David (1972). Science as General Education. *Trends in Education*, 25, 11-15.

Le Borzec Robert (1970). Agrégation de mécanique session 1969. Composition de mécanique appliquée. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 151, 55-59.

Le Borzec Robert, Lotterie Jean (1975). *Principes de la théorie des mécanismes*. Paris : Dunod.

Le Chatelier Henry (1936). *De la méthode dans les sciences expérimentales*. Paris : Dunod.

Le Rolland Paul (1946). Intervention à la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. PV de la 50<sup>e</sup> séance du 20 juin 1946. A.N. 71/AJ64.

- Le Rolland Paul (1947a). L'enseignement technique et la réforme de l'enseignement. *Technique Art Science*, 9, (éditorial).
- Le Rolland Paul (1947b). L'enseignement technique et la réforme de l'enseignement (suite). *Technique Art Science*, 10, (éditorial).
- Le Rolland Paul (1948) À propos du baccalauréat technique. Les disciplines techniques ont-elles une valeur culturelle ? *Techniques Art Science*, 4, 2-6.
- Lebeaume Joël (1996). *École, technique et travail manuel*. Nice : Z'Éditions (Delagrave).
- Lebeaume Joël (1997). Des travaux manuels à la technologie Reconversion et reconstruction d'identité. *Recherche et formation*, 25, 23-32.
- Lebeaume Joël (1997). *Introduction au séminaire les génies techniques*. In Alain Durey & al. (Eds). Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques. 1995-1996. (pp. 7-23). Cachan : LIREST, IUFM Créteil, INRP.
- Lebeaume Joël (1999). *Intelligibilité du travail manuel et de la technologie. Investigation didactique et histoire des disciplines*. In Alain Durey, Joël Lebeaume, Pierre Vérillon (dir.). Séminaire de didactiques des sciences expérimentales et des disciplines technologiques, 1997-1998, Construction de « faits » en didactique, pp. 56-63. Cachan : UMR STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes\\_97-98.pdf](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/semin/actes_97-98.pdf)
- Lebeaume Joël (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.
- Lebeaume Joël (2003). Construction de la technologie pour l'école moyenne en France : un aperçu historique. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*. 1, 83-99.
- Lebeaume Joël (2005). Nouveaux programmes, nouveaux problèmes didactiques. *Éducation technologique*, 28, 31-40.
- Lebeaume Joël (2008a). La genèse de l'éducation technologie en directives. *Spirale*, 42, 109-122.
- Lebeaume Joël (2008b). *L'enseignement des sciences à l'école. Des leçons de choses à la technologie*. Paris : Delagrave.
- Lebeaume Joël (2010a). *Vers la technologie pour tous les collégiens : genèse d'une discipline. Pour une approche curriculaire de l'histoire des enseignements scolaires*. Colloque international. Réformer les disciplines scolaires XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles. Caen 29 et 30 septembre.
- Lebeaume Joël (2010b). *Saisir les continuités et les ruptures contemporaines pour enseigner les sciences expérimentales et la technologie*. In R. Ailincai et T. Mehinto (Eds). Pratiques éducatives dans un contexte multiculturel. L'exemple plurilingue de la Guyane (pp. 55-64). Guyane : CRDP Scéren. (volume 2 : le secondaire).
- Lebeaume Joël (2011a). *Investigation et technologie Questions et problèmes didactiques*. Séminaire « Démarche d'investigation en Technologie » IUFM de Lyon, 7 et 8 avril 1011.
- Lebeaume Joël (2011b). Integration of Science, Technology, Engineering and Mathematics: Is the Curricular Revolution really possible in France ? *Design and Technology Education : An International Journal*, 16, 1, 47-52.
- Lebeaume Joël (à paraître). Sciences et technologie dans la scolarité obligatoire : une coexistence discutée.
- Lebeaume Joël, Hamon Christian (2010). La modélisation en technologie : des propositions pour l'enseignement et un chantier pour la recherche. *Spectre*, 40, 1, 30-33.
- Lebeaume Joël, Hamon Christian (2011). La « déprofessionnalisation » et la « désécialisation » de la voie technologique : un challenge. *aef.Info* :
- Lefort Isabelle (1992). La lettre et l'esprit. Géographie scolaire et géographie savante en France, 1870-1970. Paris : CNRS. In B. Lepetit (1996). Comptes rendus. *Annales. Histoire Sciences Sociales*, 51, 4, 928-930.
- Lefort Isabelle (1992). La lettre et l'esprit. Géographie scolaire et géographie savante en France, 1870-1970. Paris : CNRS. In B. Lepetit (1996). Comptes rendus. *Annales. Histoire Sciences Sociales*, 51, 4, 928-930.
- Legay Fernand (1969). L'enseignement technique de 1895 à 1960. *L'enseignement technique*, 63, 19-57.
- Legay Fernand, Cauet R. (1956). *Recueil pratique des lois et règlements de l'enseignement technique*. Paris : Foucher.



- Legoux Yves (1972). *Du compagnon au technicien. L'École Diderot et l'évolution des qualifications 1830-1972. Sociologie de l'enseignement technique français*. Paris : Technique & vulgarisation. S.A.
- Legrand Jean-Marie (1987). Images d'une vie consacrée à l'enseignement technique. *Technologie*. 10, 24-25.
- Legrand Louis (1983). *Pour un collège démocratique*. Rapport au ministre de l'Éducation nationale. Paris : La Documentation française.
- Lelièvre Claude (1990). *Histoire des institutions scolaires (1789-1989)*. Paris : Nathan.
- Lelievre Claude (2010). « Le » bac d'abord, et/ou la licence ? blog.educpros.fr. En ligne : <http://blog.educpros.fr/claudelelievre/2010/05/15/le-bac-dabord-etou-la-licence/>
- Lelievre Claude (2011). *Le baccalauréat doit être aussi l'affaire du supérieur !* <http://blog.educpros.fr/claudelelievre/2011/06/25/le-baccalaureat-doit-etre-aussi-laffaire-du-superieur/>
- Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I*. Paris : Foucher.
- Lenormand Georges, Mignée Raymond (1950). *Technologie de construction. Tome II*. Paris : Foucher.
- Lenormand Georges (1946). Le dessin industriel, enseignement de culture. *Technique Art Science*. 11, 43.
- Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF.
- Léon Antoine (1971). *De la Révolution française aux débuts de la III<sup>e</sup> République*. In Maurice Debesse et Gaston Mialaret (Dir.). *Traité des sciences pédagogiques, 2 - Histoire de la pédagogie*. Paris : PUF.
- Léon Antoine (1980). *Introduction à l'histoire des faits éducatifs*. Paris : PUF.
- Léon Antoine (1961). *Histoire de l'éducation technique*. Paris : PUF.
- Leplat Jacques, Énard Claude, Weill-Fassina Annie (1970). *La formation par l'apprentissage*. Paris : PUF.
- Letté Michel (2004). *Henry Le Chatelier (1850-1936) ou La science appliquée à l'industrie*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Levrat René (1992). *Technologie, textes de références*. Sèvres : CIEP.
- Lignon Jean (1946). La science et l'industrie. *Technique Art Science*, 2, 7-8.
- Lignon Jean (1947). Un problème toujours actuel, La Science et l'Industrie (suite). *Technique Art Science*, 4, 21-22
- Lionnet M. (1987). Méthode SADT. *Bulletin de l'APTEP*, 34/35, 28-33.
- Litré Émile (1872). *Technologie*. Le Littré en 4 volumes sur CD Rom. Paris : Redon.
- Loisy A. (1943). Considérations générales sur l'enseignement du Dessin dans les Écoles formant des Ingénieurs Mécaniciens. *L'enseignement technique*, 59, 60, 61, 9-10.
- Loisy A. (1944). Considérations générales sur l'enseignement du Dessin dans les Écoles formant des Ingénieurs Mécaniciens. *L'enseignement technique*, 62, 63, 64, 16-17.
- Longchambon Henri (1957). *La recherche scientifique et le progrès technique. Rapport au président de la République et au commissaire au Plan en vue de la préparation du III<sup>e</sup> Plan de modernisation et d'équipement*. Conseil supérieur de la recherche scientifique et du progrès technique.
- Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de seconde. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20.
- Longeot Henri (1986). L'enseignement dans les lycées. Des propositions du ministère de l'Éducation nationale. *L'enseignement technique*, 132, 17-47.
- Longeot Henri, Jourdan Laurent (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde*. Paris : Dunod.
- Louis Jean-Paul (2005). *Curricula, pré-requis le cas d'une science pour l'ingénieur : l'EEA. Témoignage*. In Claudine Larcher, Joël Lebeaume et Nathalie Magneron (Eds). Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques. Mutations actuelles des sciences et techniques - Évolution de leur enseignement et de leur diffusion - Refondation à venir. 2004-2005. (pp. 67-92). Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. [http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem\\_04-05.htm](http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_04-05.htm)
- Luchaire François (1993). *Université de Metz. Rapport d'évaluation, juillet 1993*. Comité national d'évaluation des établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel.

- Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option TSA. *Technologies & Formations*, 8, 22-27.
- Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod.
- Mangez Éric (2008). Quelle réforme des contenus ? *Fenêtres sur cours*, 316, 30.
- Mangez Éric (2008). *Réformer les contenus d'enseignement*. Paris : PUF.
- Marcel Postic, Tilagone G. (1968a). L'étude d'observation. Analyse et synthèse technologiques d'une pompe volumétrique pour étaiu-limeur. *Le Cours Industriel*. 9, 261- 264.
- Marcel Postic, Tilagone G. (1968b). L'étude de conception. *Le Cours Industriel*. 1, 7-10.
- Marchand Philippe (2010). *Le baccalauréat, 1808-2008. Certification française ou pratique européenne ? Actes du colloque « Le baccalauréat et la certification des études secondaires : exception française ou pratique européenne ? »* Lille, 14 au 16 mai. Villeneuve-d'Ascq : Revue du Nord, INRP.
- Marie-Thérèse Franck, 1995, p. 209. Allaire Martine, Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation Française.
- Marrou Henri-Irénée (1973). *De la connaissance historique*. Paris : Seuil.
- Martinand Jean-Louis (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(1), 100-116.
- Martinand Jean-Louis (2003). La question de la référence en didactique du curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 125-130.
- Marty M. (1949). Pour une réconciliation de la technique et de l'humain. *Technique Art Science*, 3, 1.
- Masson Claude (1977). La démarche technologique. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*. 7/8, 25-33.
- Matray François (1952). *Pédagogie de l'enseignement technique*. 1<sup>re</sup> édition. Paris : PUF.
- Maublanc M. (1944). Commission de la réforme de l'enseignement. PV de la séance du 10 mai 1944. A.N. 71/AJ63.
- Mennessier H.L. (1949). L'enseignement du dessin industriel dans les collèges techniques. *Technique Art Science*. 5, 70-72.
- Mérat Lucien (1945). La réforme de l'enseignement. *L'Université syndicale*, 2 et 3, 1-2.
- Mereau Jean-Pierre (1987a). La représentation graphique au service de la communication technique. 1<sup>re</sup> partie. *Technologies & Formations*, 15, 28-36.
- Mereau Jean-Pierre (1987b). La représentation graphique au service de la communication technique. 2<sup>e</sup> partie. *Technologie & Formations*, 16, 29-37.
- Mereau Jean-Pierre (1995). La pince à linge. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74 66-75.
- Mereau M. (1984). Agencement Option « Technologies Industrielles » des classes de seconde. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 20-21.
- Mérieu Philippe (1998). "Quels savoirs enseigner dans les lycées ?" *Rapport d'étape du comité d'organisation*. Lyon, le 28 avril 1998.
- Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31.
- Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.
- Merlaud Christian, Sourisse Claude, Morel Jean-Paul (1992). *La sûreté des machines et des installations automatisées*. APAVE. *Télemécanique*. Paris : SADAVE et Pontoise : CITEF.
- Messenger G. (1935a). *Éléments de technologie. À l'usage des Écoles primaires supérieures, des Écoles pratiques de commerce et d'industrie et des cours complémentaire*. 12<sup>e</sup> édition. Paris : Belin.
- Messenger G. (1935b). *Notions de technologie. À l'usage des écoles professionnelles de jeunes filles*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Belin.
- Meylan Françoise (1983). De l'école nationale professionnelle au baccalauréat de technicien ou l'évolution d'une filière de l'enseignement technique. *Formation emploi*, 4, 29-46.

- Miles Lawrence Delos (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. New York : Mc Graw-Hill.
- Miles Lawrence Delos (1966). *L'analyse de la valeur, réduction scientifique du prix de revient*. Adaptation française par des ingénieurs du groupe Planus. Paris : Dunod.
- Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1996). *Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période*. Paris : Casteilla.
- Moisan Catherine, Cuisinier Jean-François (2012). *Suivi de la mise en œuvre de la réforme du lycée d'enseignement général et technologique*. Rapport n° 2012- 003 à monsieur le ministre de l'Éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative. Inspection générale de l'éducation nationale. Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche.
- Moles Abraham (1981). *Préface*. In Yves Deforge. *Le graphisme technique, son histoire et son enseignement*. Seyssel : Champ Vallon.
- Montagnan H. (1947). Dessin, technologie, travaux manuels. *Technique Art Science*, 4, 29.
- Montagnan, A. (1953). *Les collèges techniques masculins*. In Fernand Renaudeau (Dir.). *Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique*. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.
- Morice André, (1948). Promotion du travail. *Technique Art Science*, 4, 1.
- Morin (1874). Rapport du général Morin, vice-président du Conseil supérieur de l'enseignement technique et commercial, sur les principes qui doivent présider au développement de cet enseignement. In Thérèse Charmasson, Anne-Marie Lelorrain et Yannick Ripa (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris : INRP, Economica.
- Naslin Pierre. (1965). *Introduction à la commande optimale*. Paris : Dunod.
- Ney Henri (1998). *Automatique & informatique industrielle. 1<sup>res</sup> et T<sup>erm</sup> STI. Industriel. Sciences et technologies industrielles*. Paris : Nathan Technique.
- Nibard Dominique (1994). La compétitivité industrielle I. Démarche de conception. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 66, 10.
- Nowak J.N., Sacquepey D., Quatremer R., Trotignon J.-P. (1988). *Construction TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : AFNOR / Nathan technique.
- Nowé Michel (2008). *Contribution à l'étude qualitative de l'alternance éducative. Entre alternance prescrite et alternance vécue : la construction d'un tiers temps*. Thèse. Université des sciences et technologies de Lille. Département des sciences de l'éducation, CUEEP, Lille 1. Laboratoire TRIGON – CIREL.
- Oelkers Jürgen, Reusser Kurt (2008). *Qualität entwickeln – Standards sichern – mit Differenz umgehen. (Développer la qualité – établir des standards – gérer la différence)*. Berlin, Bohn : Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Pacquez Gustave (1945). Au sujet des examens. *Bulletin de l'enseignement moderne*, 4, 25-27.
- Parain-Vial Jeanne (1966). *La nature du fait dans les sciences humaines*. Paris : PUF.
- Pasquet Raymond (1955). *Technologie de construction. Tome II. Fonctions mécaniques élémentaires*. Paris : Dunod.
- Pasquet Raymond, Giet Armand (1959). *Technologie de construction. Tome III, organe de machine. 1<sup>re</sup> édition*. Paris : Dunod.
- Passeron Jean Claude (1992). *Le raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*. Paris : Nathan. Une première forme de ce texte (l'énonciation historique) est parue en 1980 dans une thèse d'état « Les mots de la sociologie ». Nantes.
- Péresse Valérie (2010). *La nouvelle licence, un diplôme pour l'emploi*. Discours. 17 décembre 2010.
- Pelpel Patrice (2001). *Apprendre et faire - Vers une épistémologie de la pratique ?* Paris : L'Harmattan.
- Pelpel Patrice, Troger Vincent (1993). *Histoire de l'enseignement technique*. Paris : l'Harmattan.
- Pelpel Patrice, Troger Vincent (2001). *Histoire de l'enseignement technique (réédition)*. Paris : l'Harmattan.
- Perrenoud Philippe (1995). Des savoirs aux compétences : de quoi parle-t-on en parlant de compétences ? *Pédagogie collégiale*, 9, 1, 20-24.
- Perrin Jacques (1989). Vocabulaire de l'analyse de la valeur. *Technologies & Formations*, 23, 25-27.
- Perrin Jacques (2011). *STI2D et les modèles pour « l'ingénierie système »*. Réunion nationale des chefs de travaux. Diaporama. Lycée Diderot 1<sup>er</sup> février 2011.

Perrin Jacques (2012). Les grilles d'évaluations pour les épreuves de SI. Diaporama. Dossier Pédagogique : Actes du séminaire Rénovation de l'enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur - Mars 2012 - Paris. [http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches\\_dossiers/actes\\_du\\_seminaire\\_renovation\\_de\\_l\\_enseignement\\_specifique\\_des\\_sciences\\_de\\_l\\_ingenieur\\_mars\\_2012\\_paris\\_DP.php](http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/fiches_dossiers/actes_du_seminaire_renovation_de_l_enseignement_specifique_des_sciences_de_l_ingenieur_mars_2012_paris_DP.php)

Perrin Jacques, Prat Michel (1988). Éditorial. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 16, 2.

Perrin Valéry, Fraquet Maurice (1983). *Technologie industrielle – options technologiques – classe de seconde*. Paris : Educalivre.

Perrot Norbert (2007). Éditorial. *Technologies & Formations*, 132, 3.

Perrot Norbert (2010a). *Différences bac S-SI et STI2D*. Diaporama. 10 novembre 2010.

Perrot Norbert (2010b). *Réforme de la série STI : « Une déprofessionnalisation complète et assumée des enseignements »*. Entretien accordé à l'AEF. Agence d'informations spécialisées - enseignement et formation. 22 décembre 2010. Dépêche n°142758.

Perrot Norbert (2011a). *Journée pédagogique. Plan National de Formation Chefs de Travaux*. Diaporama, 17 mars 2011.

Perrot Norbert (2011b). *Séminaire académique S-SI*. Lycée Victor Hugo – Besançon. Diaporama. 26 mai 2011.

Perrot Norbert (2011c). L'enseignement de la technologie Du cycle 3 de l'école aux CPGE, que d'évolutions ! *Technologie sciences industrielles*, 176, 2-4.

Peyratout, M. (1955). Le baccalauréat technique. *L'enseignement technique*, 5, 35-38.

Peyrègne Léonce (1954). *Diversité de l'enseignement technique*. In Renaudeau Fernand. Encyclopédie générale de l'éducation française. L'Enseignement Technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.

Philippe Rabier (1947a). Second degré et enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 6-8.

Philippe Roger (1981). *Préface*. In Christian Merlaud et Jean Ozbolt (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.

Pillard Jean (1963). La préparation des leçons de technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 8, 239-244.

Pillard Jean (1967a). Analyse technique de l'ablocage. *Le Cours Industriel*, 4, 107-111.

Pillard Jean (1967b). Analyse technique de l'ablocage (suite). *Le Cours Industriel*, 5, 133-136.

Pillard Jean (1967c). Analyse technique de l'ablocage (suite). *Le Cours Industriel*, 6, 165-168.

Podevin Gérard. (1986). Renaissance d'un secteur : les mutations structurelles et relationnelles dans la machine-outil à métaux. *Formation Emploi*, 153, 33-43.

Poirson, M. (1961a). Évolution de l'enseignement professionnel dans les collèges d'enseignement technique. *Le cours industriel*, 7, 193-195.

Poirson M. (1961b). Évolution de l'enseignement professionnel dans les collèges d'enseignement technique. *Le cours industriel*, 8, 225-229.

Policet Daniel, Carrère Henri (1983). *Technologie des fabrications – classe de seconde*. Paris : Foucher.

Pons J. (1952). L'enseignement expérimental de la connaissance des métaux et des alliages métalliques dans un établissement d'Enseignement technique du second degré : présentation de l'organisation et du fonctionnement de l'atelier des traitements thermiques et des laboratoires du Collège moderne et technique de Reims. *Technique Art Science*, 1, 29-31.

Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes*. Paris : Foucher.

Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone, Professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes*. Paris : Foucher

Pottier H., Segaud E, Matray F. (1950a). Le rendement pédagogique dans l'enseignement professionnel. *Technique Art Science*, 6, 39-42.

Pottier H., Segaud E, Matray F. (1950b). Le rendement pédagogique dans l'enseignement professionnel. *Technique Art Science*, 7, 36-38.

- Pouget Alain, Boutron Yves, Cazanove François *et al.* (2003). *Sciences de l'ingénieur Première terminale S*. Paris : Hachette éducation.
- Prost Antoine (1968). *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*. Paris : Armand Colin.
- Prost Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXI<sup>e</sup> siècle. Rapport du groupe de travail sur les seconds cycles présidés par M. Antoine Prost*. CNDP. Ministère de l'Éducation nationale. Service information.
- Prost Antoine (1996). *Comment faire l'histoire des réformes de l'enseignement*. In Bruno Belhoste, Hélène Gispert et Nicole Hulin (Dir.). *Les sciences au lycée, un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*. Paris : Vuibert et INRP.
- Prost Antoine (2007). Langevin-Wallon, l'espoir tué dans l'œuf. *Le Monde de l'éducation*, 355, 62-63.
- Prost Antoine (2010). *Une réforme mort-née : le plan Langevin Wallon*. In Laurent Gutierrez et Catherine Kounelis (Dir.). *Paul Langevin et la réforme de l'enseignement*. Grenoble : PUG.
- Prost Antoine, Bon Annette (2011). « Le moment Allègre (1997-2000) » De la réforme de l'Éducation nationale au soulèvement. *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, 110, 123-145.
- Quef Pierre (1964). *Histoire de l'apprentissage. Aspects de la formation technique et commerciale*. Paris : Librairie générale de droit et de jurisprudence.
- Rabier Philippe (1947a). Second degré et enseignement technique. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 24, 6-8.
- Rabier Philippe (1947b). Au sujet du baccalauréat 2<sup>e</sup> partie. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 23, 21.
- Rak Ignace, Favier Josette (2005). *Environnement de la revue Technique Art Science (T.A.S.). Les autres revues didactiques et pédagogiques de l'enseignement technique (1930-2005)*. Recherche du laboratoire UMR STEF de l'ENS CACHAN. Analyse des articles publiés dans la revue *Technique Art Science* (1946-1977) sous la direction de Joël Lebeaume et Jean Lamoure.
- Rak Ignace, Gavet Dominique, Gau Serge, Teixido Christian, Favier Josette (1996). *Dictionnaire de Technologie industrielle : conception, production, gestion, maintenance (concept et démarche)*. Paris : Foucher.
- Rak Ignace, Teixido Christian, Favier Josette, Cazenaud Marie (1990). *La démarche de projet industriel. Technologie et pédagogie*. Paris : Foucher.
- Ramuni Girolamo (1995). *Les sciences pour l'ingénieur - Histoire du rendez-vous des Sciences et de la Société*. Paris : CNRS.
- Randonneix R., Leuret G. (1980). Présentation de quatre supports pour l'enseignement des automatismes dans les classes de BTn. *Techniques industrielles*, 115, 31-43.
- Rédaction (1992). À propos de Mécanélem 92 La pneumatique tout terrain. *Technologies et formations*, 41, 2-11.
- Renaud d'Enfert, Hélène Gispert (2008). *Une réforme à l'épreuve des réalités : le cas des « mathématiques modernes » au tournant des années 1970*. Colloque : L'État et l'éducation, 1808-2008, Paris, 11-13 mars 2008. [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/53/63/28/PDF/Reforme\\_Math\\_1970.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/53/63/28/PDF/Reforme_Math_1970.pdf)
- Renaudeau Fernand (1946). Réforme de l'enseignement (intervention au congrès du SNET). *Le travailleur de l'enseignement technique*, 17, 11-13.
- René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla.
- Reuter Yves (2004). *Analyser les disciplines : quelques propositions*. 9<sup>e</sup> colloque de l'AIRF, 26-28 août, Québec.
- Reuter Yves (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Rey Olivier (2008). De la transmission des savoirs à l'approche par compétences. *Dossier d'actualité de la VST*, 34. En ligne : <http://www.inrp.fr/vst/LettreVST/34-avril-2008.php>.
- Rhein Catherine (1982). La géographie, discipline scolaire et/ou science sociale ? (1860-1920). *Revue française de sociologie*, 23, 2, 223-251.
- Ribérol Jean (1968). Dessin industriel. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31.
- Ribérol Jean (1969). Dessin industriel. Dessin et technologie. *Le Cours Industriel*, 7, 217-220.

- Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave.
- Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave.
- Riou Hervé (2006). *Exemple d'organisation de Cours, TD et TP en MPSI / PCSI*. Séminaire de réflexion sur la PT. Diaporama, 15 décembre 2006. Lycée Chaptal Paris.
- Riou Hervé (2009). *Former les ingénieurs de demain avec les sciences industrielles pour l'ingénieur*. Diaporama. Paris le 9 juillet 2009.
- Rivollier J. (1947). Composition de deux forces parallèles et de même sens. *Technique Art Science*, 8, 62-63.
- Rivollier J. (1948). Manipulation sur le moment d'inertie. *Technique Art Science*, 2, 46-48.
- Robert André (2010). *L'école en France de 1945 à nos jours*. Grenoble : PUG.
- Rosier (1955). *Les besoins français en cadres, techniciens et personnel de maîtrise. Comité d'étude pour la réforme de l'enseignement*. Commission de démocratisation de l'enseignement, 14 mai 1955. AN : 17/17507.
- Ross D. (1977). Structured Analysis : A Language for Communicating Ideas. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 3, 1, 16-34.
- Rouelle M. (1930). *Cours de technologie industrielle (construction mécanique). Livre 1 - métaux et matières diverses – organes de machines. 6<sup>e</sup> édition*. Paris : École spéciale de travaux publics.
- Roumégous Micheline (2002). *Didactique de la géographie. Enjeux, résistances, innovations, 1968-1998*, Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Rousseau Jacques (1987). TSA en classe de seconde au lycée de Dieppe. Pour enseigner la technologie des systèmes automatisés en classe de seconde. Un dossier technique issu d'une entreprise. *Technologies & Formations*, 12, 18-21.
- Sarkozy Nicolas (2011). *Déclaration du président de la République*. Dépêche AEF n° 146194 Paris, mardi 1<sup>er</sup> mars 2011.
- Sarrazin Jean (2010). *Éléments de réflexion sur les formations technologiques supérieures courtes et tout particulièrement les sections de techniciens supérieurs*. Rapport à me la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche.
- Saudois Maurice (1949). Réflexions sur la technologie générale et son enseignement. *Technique Art Science*, 1, 58-60.
- Savoie Antoine (2010). *Langevin et l'expérience des classes nouvelles*. In Gutierrez Laurent et Kounelis Catherine (Dir.). *Paul Langevin et la réforme de l'enseignement*. Grenoble : PUG.
- Sébire Lucien, Navet A. (1949). *Résumés de technologie, métiers du fer. A l'usage des candidats au CAP. Brevet industriel et brevet professionnel. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1941)*. Paris : Ozanne.
- Seguin S. (1966). A propos du projet de rapport général sur le V<sup>ème</sup> plan de la République. *L'ingénieur et le technicien*, 126, 11-13.
- Siciliano Dominique (1986). Éditorial. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 4.
- Sido Xavier (2011). *Les mathématiques dans l'enseignement professionnel, genèse et évolution d'un enseignement (1945-1985)*. Thèse de doctorat. STEF. ENS Cachan.
- Simondon Gilbert (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier. Voir aussi entretiens filmés : <http://www.youtube.com/watch?v=7FjNb-fuRyk>
- Simonin J. (1953). *Les Collèges techniques féminins*. Encyclopédie générale de l'éducation française. Tome II. L'Enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : Lombardi.
- Sjoberg Svein (2002). L'enseignement scientifique et technologique en Europe : défis du moment et solutions possibles. Bulletin international de l'enseignement scientifique et technologique et de l'éducation environnementale de l'UNESCO. *Connexion*, XXVII, 3, 1-5.
- SNET anonyme (1947). L'enseignement technique et la réforme du second degré. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 25, 20-22.
- SNET anonyme, (1946). Conseil de l'enseignement technique. Compte rendu de la réunion du 29 juillet 1946. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 18, 9-10.

- Sprenger-Charolles Liliane, Gagné Gilles, Lazure Roger, Ropé Françoise (1987). Propositions pour une typologie de recherches. *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation*, 11, 49-71.
- Tacaille, D. (1997). *L'éducation professionnelle en France, crise et légitimité, le cas des plombiers et des chauffagistes*. In Défendre et transformer l'École pour tous (colloque). 3-4 et 5 octobre. IUFM Aix-Marseille.
- Taillard Philippe (2010). L'avenir des STI s'écrit avec 2 D. *Technologie*, 169, 1.
- Taillard Philippe (2011). *Technologie s'enrichit du collège*. Éditorial. *Technologie sciences industrielles*, 176, 1.
- Tanguy Lucie, Poloni Arlette, Agulhon Catherine. (1987). Les institutions d'enseignement technique court en France. *Revue française de pédagogie*. 78, 1, 43-64.
- Taraud Dominique (2002). *Les modeleurs volumiques : Pourquoi et comment les utiliser dans l'enseignement technologique et professionnel*. Séminaire de didactiques des sciences expérimentales et des disciplines technologiques « Comment former aux compétences de la conception ? », pp.109-124. Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP.
- Tardiveau Jean (1970). *Allocution à l'occasion du départ en retraite de M. René Basquin. École normale supérieure de l'enseignement technique*. Plaquette réalisée par les élèves du collège d'enseignement technique de Colombes.
- Tardiveau Jean (1987). La formation des professeurs des lycées techniques. L'ENSET. *L'Enseignement technique*, 136, 56-62.
- Tassinari Robert (2003). *Pratique de l'analyse de la valeur*. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1992). Paris : Dunod.
- Teixido Christian, Dardy Francis (1993). *La compétitivité industrielle. 1, Démarche de conception. Bac, BTS-DUT industriels, Écoles d'ingénieurs, formation continue*. Préface de Laurent Jourdan, Inspecteur général de l'Éducation nationale. Préface de Michel Janneteau, co-auteur de la méthode APTE®. Paris : Foucher.
- Teixido Christian, Fournigaud J.-P., Jouanne J.-C. (1991). Exposé. In L'enseignement technique et l'analyse de la valeur. Dossier. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 41, 3-13.
- Télémechanique (1979). Mode de représentation d'un cahier des charges d'un automate industriel Le GRAFCET. *Télécontact*, 128, 2-8.
- Télémechanique (1980). L'automate programmable TSX 80. *Télécontact*, 130, 3-16.
- Télémechanique (1981). Les automatismes. Structure d'un automate. *Télécontact*, 137, 3-15.
- Télémechanique (1981). Les automatismes. Un automate : le corps humain. *Télécontact*, 137, 3-15.
- Télémechanique (1983). La situation actuelle du départ terminal. *Télécontact*, 146, 4-10.
- Télémechanique (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7.
- Terral Hervé (2002). Les Écoles normales nationales d'apprentissage (1945-1991). Une institution-clé dans la formation des maîtres. *Recherche et formation*, 40, 141-157.
- Thérèse Charmasson, Anne-Marie Lelorrain, Yannick Ripa (1987). *L'enseignement technique de la Révolution à nos jours. Tome I : 1789-1926*. Paris: INRP, Économica.
- Thomasson Jean-Louis, Reynaud Georges (1981). *Mécanique pour le technicien 1<sup>ère</sup> F*. Paris : Nathan/Techniques industrielles.
- Tourancheau Jean (1951). Le schéma. *Technique Art Science*, 7, 33-38.
- Tournier Yves (1977). Philosophie et domaine d'emploi des automates programmables. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 204, 27-29.
- Tournier-Glad Claude, (2000). *Un défi au pouvoir : le programme d'éducation de l'Association fraternelle des instituteurs socialistes de 1849-1850*. In André Robert (Dir.). Les Contenus d'enseignement en question : histoire et actualité. Rennes : CRDP de Bretagne.
- Tourres L. (1977). Rapport final de la commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automate logique. Rédigé par Tourres, directeur du service étude et réseau EDF. AFCET. Groupe de travail AFCET « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22.
- Troger Vincent (2006). *Les enseignements techniques et professionnels : la part d'ombre du système scolaire*. In J. Beillerot et N. Mosconi (Dir.). Traité des sciences et des pratiques de l'éducation, (pp. 243-253). Paris : Dunod.

- Troger Vincent (1987). *Les centres de formation professionnelle : 1940-1945, naissance des lycées professionnels*. Paris : Syndicat national des personnels de direction de lycée professionnel.
- Troger Vincent (1989). L'histoire de l'enseignement technique : entre les entreprises et l'État, la recherche d'une identité. *Histoire, économie et société*, 4, 593-611.
- Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles.
- Vercier Charles (1947a). Journées pédagogiques. La formation du technicien. *Technique Arts Sciences*, 1, 8-13.
- Vercier Charles, (1947b). Les Écoles multiples. *Technique Art Science*, 8, 12-13.
- Verge Jean, Wacquet Michel (1989a). *Systèmes de productions – structurations et communications internes*. Paris : Casteilla.
- Verge Jean, Wacquet Michel (1989b). *Automatismes de productions – De la réflexion productive à l'exploitation*. Paris : Casteilla.
- Verneuil Yves (2005). *Les agrégés. Histoire d'une exception française*. Paris : Belin.
- Vezein Jean-François (1980). Complément du verbal et du non verbal dans l'acquisition de connaissances. *Monographie française de psychologie*. Paris : CNRS.
- Vidal Jean (1977). Éléments de réflexion sur l'émergence de la méthodologie et son rapport avec la pédagogie. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*. 9/10, 27-31.
- Vigouroux Léo (1948). Leçon type d'atelier s'adressant à des élèves de 3<sup>e</sup> année industrielle de collège technique. *Technique Art Science*, 3, 66-69.
- Villetelle Pierre (1991). *Compte rendu de la réunion interdisciplinaire des groupes techniques disciplinaires de génie mécanique, génie électrique, génie automatique*. Mardi 9 avril 1991 à la CNP, 131, rue du Bac Paris. (Archives personnelles).
- Vincent Guy (1972). Histoire et structure du système scolaire français : l'enseignement primaire. *Revue de sociologie française*, 13, 1, 59 – 79.
- Vitry Daniel. (2010). Université : la vérité sur les taux d'échec. *Les Échos*, 30 septembre, 20774, 23.
- Votrig R. (1987). Contribution à l'analyse d'un système automatisé par SADT. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 8, 39-54.
- Walles (1955). Le problème des agents techniques et techniciens dans l'industrie – les rôles qu'ils jouent dans l'industrie – leur formation. *L'Enseignement technique*, 7, 90-100.
- Walliser Bernard (1977). *Systèmes et modèles - Introduction critique à l'analyse des systèmes*. Paris : Seuil.
- Zaid Abdelkarim (à paraître). *Écrire les pratiques techniques. Quarante ans d'agrégation de mécanique*.



## Textes réglementaires

Loi du 11 décembre 1880 sur les écoles manuelles d'apprentissage.

Décret du 30 juillet 1881. Définit les écoles manuelles d'apprentissage et les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire.

Loi n° 11696 du 28 mars 1882 qui rend l'enseignement primaire obligatoire.

Arrêté du 26 juillet 1903. Bulletin administratif. 2<sup>e</sup> série, t. 76, p. 209. Programme de la classe de mathématiques spéciales.

Loi du 25 juillet 1919. Relative à l'organisation de l'enseignement technique industriel et commercial (dite loi Astier).

Décret du 20 janvier 1920. Portant nomination d'un sous-secrétaire d'État au ministère de l'instruction publique, chargé de l'enseignement technique.

Décret du 12 juillet 1921. Relatif aux écoles pratiques de commerce et d'industrie et aux écoles de métiers. Le bulletin législatif Dalloz. (1921). p. 489. Gallica bibliothèque numérique. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34387309q/date.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid.langFR>.

Loi du 30 juin 1923 portant fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1923. Bulletin législatif Dalloz. Lois, décrets, arrêtés, circulaires, etc. Année 1923 n° 6, p. 371. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5474187d.image.langFR.r=Extensions%20de%20cheveux%20a%20froid>

Arrêté du 19 janvier 1934. L'information universitaire du samedi 27 janvier 1934, p. 2. Certificat au professorat des établissements de l'enseignement professionnel de commerce et d'industrie, dessin industriel.

Arrêté du 27 janvier 1934. Portant règlement du brevet d'enseignement industriel. JORF du 3 février 1934, p. 1114. Programme des épreuves, composition du jury.

Loi n° 41-1987 du 24 mai 1941 relative à la normalisation. JORF du 28 mai 1941, p. 2219.

Loi n° 41-3333 du 15 août 1941 sur l'organisation générale de l'enseignement public, dite loi Carcopino. L'information universitaire édition spéciale du 6 septembre 1941, 1036, 1, p. 2.

Circulaire du 12 septembre 1941. *L'information universitaire* hors série septembre 1941, p. 2. Mathématiques spéciales : dessin.

Circulaire du 17 septembre 1941. *L'information universitaire* hors série septembre 1941, p. 2. Préparation aux grandes écoles.

Arrêté du 21 septembre 1941. *L'information universitaire* du samedi 4 octobre 1941, p. 2. Classe de mathématiques supérieures.

Loi du 2 novembre 1941. *L'information universitaire* du samedi 8 novembre 1941, p. 3. Changement de dénomination de l'ENSET.

Loi n° 694 du 4 août 1942, modifiée par la loi n° 530 du 4 octobre 1943, validée par l'ordonnance n° 45-1843 du 12 août 1945 et relative à la délivrance des titres et diplômes professionnels.

Arrêté du 18 septembre 1944. Rattachement à la Direction de l'enseignement technique des Centres de formation professionnelle dépendant de l'ancien Commissariat général à la Jeunesse.

Arrêté du 8 novembre 1944. BO n° 10, p. 314. Création d'une commission d'étude.

BO hors série du 16 novembre 1944. Commission pour la réforme de l'enseignement réunie à Alger de mars à septembre 1944.

Ordonnance du 20 novembre 1944. BO n° 10, p. 514. Portant réorganisation de l'administration centrale du Ministère de l'Éducation.

Circulaire n° 11-3 du 27 février 1945, p. 1424. Recrutement de professeurs chefs des travaux dans les collèges techniques de garçons.

Ordonnance n° 45-318 du 3 mars 1945. JORF du 4 mars 1945. Suppression des classes primaires et élémentaires des lycées et collèges.

Notes et documents. BO du 15 mars 1945, p. 1463. Commission d'étude pour la réforme.

Circulaire du 4 avril 1945. BO n° 27, p. 1714. Programme de la commission d'étude pour la réforme de l'enseignement. Cercles d'étude pédagogiques.

Ordonnance n° 45-820 du 26 avril 1945. BO n° 30 du 3<sup>e</sup> trimestre 1944/1945, p. 1925. Conseil supérieur de l'enseignement public. Création.

Circulaire du 7 mai 1945. BO n° 34, p. 2202. Organisation des centres d'apprentissage.

Note du 26 juillet 1945. BO n° 41, p. 2847. Préparation aux concours d'admission à l'ENSET.

Décrets et arrêtés du 18 août 1945. BO n° 43, p. 3040 et suivantes (articles 1505, 1506, 1509 et 1510). Attributions et organisation de la direction de l'administration générale du ministère de l'Éducation nationale.

Circulaire du 24 août 1945. BO n° 45, p. 3206. Réforme de l'enseignement. Cercles d'étude pédagogiques.

Arrêtés du 30 août 1945. BO n° 47, p. 330. Règlement des professorats des collèges techniques.

Arrêtés du 10 octobre 1945. BO n° 27 du 30 mai 1945, p. 1904. JO du 18 mai 1945, programme de la 2<sup>e</sup> partie au certificat d'aptitude au professorat B (dessin industriel) des collèges techniques.

Loi du 2 novembre 1945. Pouvoirs provisoires.

Loi n° 46-612 du 6 avril 1946. BO n° 22 du 25 avril 1946, p. 633. Conseil supérieur de l'éducation nationale. Prorogation des pouvoirs du comité permanent.

Décret n° 46-926 du 6 mai 1946, supplément au BO n° 24 du 13 mai 1946, p. 710. Modification du régime des examens, JORF n° 106 du 6-7 mai 1946, p. 3862.

Décret n° 46-926 du 6 mai 1946, rectificatif. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 754. Modification du régime des examens, rectificatif au BO n° 24 (supplément) du 13 mai 1946.

Circulaire du 7 mai 1946. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 732. Aux recteurs. Inscriptions à la série technique.

Décret n° 46-1040 du 14 mai 1946. BO n° 25 du 20 mai 1946, p. 754. Modification de la composition des jurys d'examen.

Arrêté du 14 mai 1946. BO n° 27 du 30 mai 1946, p. 790. Programme des épreuves de la série technique.

Loi n° 46-1084 du 18 mai 1946. BO n° 27 du 30 mai 1946, p. 777. Conseil supérieur de l'Éducation nationale et conseils d'enseignement.

Circulaire du 29 mai 1946. BO n° 28 du 6 juin 1946, p. 822. État des professeurs assurant l'enseignement du dessin de machine dans les classes préparatoires aux grandes écoles du gouvernement.

Arrêté du 4 juin 1946. BO n° 29 du 13 juin 1946, p. 832. Conseil supérieur de l'Éducation nationale, modalités des élections.

Arrêté du 4 juin 1946. BO n° 29 du 13 juin 1946, p. 834. Date des élections des conseils d'enseignement.

Arrêté du 4 juin 1946. BO n° 29 du 13 juin 1946, p. 834. Règlement des conseils d'enseignement et de leur sections permanentes.

Arrêté du 4 juin 1946. BO n° 29 du 13 juin 1946, p. 846. Conseil de l'enseignement technique. Collèges électoraux et modalités de scrutin et de dépouillement en vue des élections.

Décret n° 46-1487 du 7 juin 1946. BO n° 31 du 27 juin 1946, p. 899. Conseil supérieur de l'Éducation nationale. Règlement intérieur.

Circulaire du 9 juillet 1946. BO n° 34 du 18 juillet 1946. Organisation de l'enseignement des disciplines scientifiques dans les classes de seconde et de première A et B.

Note du 3 juillet 1946. BO n° 33 du 11 juillet 1946, p. 945. Bourses.

Circulaire du 13 juillet 1946. BO n° 34 du 18 juillet 1946. Transfert des boursiers dans les classes préparatoires aux grandes écoles.

Circulaire du 27 novembre 1946. BO n° 51 du 12 décembre 1946, p. 1517. Préparation du baccalauréat technique.

Décret du 19 janvier 1947. Création des ENSI.

Arrêté du 19 février 1947. BO n° 8 du 20 mars 1947, p. 247. Programmes des épreuves des séries technique et mathématiques et technique pour la session de 1947.

Décret n° 47-807 du 5 mai 1947. BO n° 15 du 15 mai 1947, p. 571. Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers, règlement. Rectificatifs parus au BO n° 20 du 10 juin 1948, p. 735 et au BO n° 24 du 24 juillet 1947, p. 829.

Décret n° 47-1005 du 5 juin 1947. BO n° 15 du 15 mai 1947. Dérogation d'astreinte des professeurs et professeurs techniques adjoints.

Circulaire du 17 juillet 1947. BO n° 25 du 31 juillet 1947, p. 847. Cours complémentaires, dénomination des classes.

Arrêté du 24 juillet 1947. BO n° 25 du 31 juillet 1947, p. 858. Cours complémentaires, programmes.

Note du 14 février 1948. BO n° 9 du 26 février 1948, p. 251. Programmes limitatifs pour les épreuves écrites et orales, BEI sessions de 1948.

Arrêté du 26 février 1948. BO n° 10 du 4 mars 1948, p. 287. Programmes des épreuves du baccalauréat technique pour les sessions de 1948.

Arrêté du 26 février 1948. BO n° 12 du 18 mars 1948, p. 287. Rectificatif aux programmes du baccalauréat technique. Rectificatif au Bulletin Officiel n° 10 du jeudi 4 mars 1948.

Circulaire du 5 mars 1948. BO n° 12 du 18 mars 1948, p. 283. Candidat à l'épreuve technique graphique 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> partie.

Circulaire du 17 mars 1948. BO n° 13 du 8 avril 1948, p. 467. Aux recteurs, aux Inspecteurs Principaux de l'Enseignement Technique, aux Inspecteurs d'Académie, aux Directeurs des École d'Nationales d'Arts et Métiers, aux Directeurs des Écoles Nationales Professionnelles, des Collèges Techniques et modernes.

Arrêté du 18 mai 1948. BO n° 20 du 10 juin 1948, p. 735. Certificat d'aptitude à l'enseignement pratique chef de travaux.

Arrêté du 21 juin 1948. BO n° 24 du 26 juillet 1948, p. 887. Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers. Conditions d'admission et programmes du concours d'entrée.

Loi du 26 août 1948. École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique.

Arrêté du 6 octobre 1948. BO n° 27 du 14 octobre 1948, p. 1143. Programmes des épreuves du baccalauréat technique pour les sessions de 1948 .

Décret n° 48-1389 du 1<sup>er</sup> septembre 1948. BO n° 24 du 16 septembre 1948, p. 1025. École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique. Organisation des études.

Arrêté du 6 octobre 1948. BO n° 27 du 14 octobre 1948, p. 1143. Programmes des épreuves du baccalauréat technique pour les sessions de 1948 .

Arrêté du 7 octobre 1948. BO n° 28 du 21 octobre 1948, p. 1170. École Normale Supérieur de l'Enseignement Technique. Conditions d'admission et programmes.

Arrêté du 10 janvier 1949. BO n° 7, p. 431. Limite d'âge au concours d'entrée aux écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

Décret n° 49-94 du 22 janvier 1949. BO n° 6 du 3 février 1949, p. 333. Titres de capacité professionnelle de l'enseignement technique.

Décret n° 49-1264 du 16 septembre 1949 relatif au statut du personnel temporaire d'enseignement professionnel des centres d'apprentissage publics. Texte daté du 21 février 1949.

Arrêté du 4 mars 1949. BO n° 15 du 24 mars 1949, p. 953. Organisation du BEI.

Arrêté du 28 mars 1949. BO n° 26 du 2 juin 1949, p. 174. Institution d'une commission d'étude chargée de réviser et de coordonner les programmes dans les classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques dans les lycées et collèges devant servir en même temps de programme pour l'entrée dans les grandes écoles.

Arrêté du 14 avril 1949. BO n° 20, p. 1301, p. 1309. Limite d'âge au concours d'entrée aux écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

Décret du 2 août 1949. BO n° 35, p. 2445. Recrutement des IGET.

Décret du 17 septembre 1949. BO n° 40, p. 2869. Création du CA à l'inspection de l'enseignement technique.

Décret 50-386 du 1 avril 1950. BO n° 15 du 10 avril 1950, p. 1225. Institution d'un professorat du second degré C.A.P.E.S.

Décret n° 50-581 et n° 50-582 du 25 mai 1950. Portant fixation des maximums de service hebdomadaire du personnel enseignant des établissements d'enseignement du second degré.

Décret n° 51-142 du 9 février 1951. BO n° 8 du 22 février 1951, p. 611. Règlement d'administration publique concernant les conditions de recrutement des professeurs d'écoles nationales professionnelles, collèges techniques et établissement assimilés.

Circulaire du 19 février 1951. BO n° 10 du 8 mars 1951, p. 761. Scolarité dans les collèges techniques.

Circulaire n° 3215 du 21 juillet 1951. BO n° 29 du 28 juillet 1951, p. 2117. Horaires et programmes des classes de 3<sup>e</sup> des C.T. industriels de garçons.

Circulaire (annexe à la) du 21 juillet 1951 publié au BO n° 29 du 28 juillet 1951, p. 2117. BO n° 30 du 6 septembre 1951, p. 2213. Horaires des classes de 3<sup>e</sup> des C.T. industriels de garçons, examen du BEI nouveau régime.

Arrêté du 10 août 1951. JORF du 1<sup>er</sup> septembre 1951, p. 9245. Certificat d'aptitude aux professorats dans les écoles nationales professionnelles et les collèges techniques et à l'admission en troisième année à l'école normale supérieure de l'enseignement technique.

Circulaire n° 1894-4 du 25 septembre 1951. BO n° 35 du 11 octobre 1951, p. 2617. Admission dans les CT des élèves éliminés des E.N.P.

Décret du 17 janvier 1952. Création des Centres pédagogiques régionaux CPR académiques.

Décret n° 52-178 du 19 février 1952. BO n° 9 du 28 février 1952, p. 715. Création et fixation des examens publics prévus par la loi du 4 août 1942 relative à la délivrance des diplômes professionnels. Création du brevet de technicien.

Circulaire n° 2022-4 du 19 mars 1952. BO n° 14 du 3 avril 1952, p. 1113. Admission au Prytanée militaire. Titulaires du baccalauréat de la série mathématiques et technique.

Décret n° 52-348 du 27 mars 1952. BO n° 14 du 3 avril 1952, p. 1115. Modification de la scolarité dans les écoles nationales professionnelles.

Arrêté du 19 août 1952. BO n° 30, p. 2235. Horaires et programmes des classes de seconde et première, section A', C', M' et technique B.

Décret n° 52-323 du 20 mars 1952. Concours de recrutement des professeurs techniques adjoints dans les E.N.P. et C.T.

Arrêté du 6 mai 1952. BO n° 21 du 29 mai 1952, p. 1585. Conditions du concours de recrutement des professeurs techniques adjoints dans les E.N.P. et C.T.

Arrêté du 6 mai 1952. Annexes. BO n° 28 du 17 juillet 1952, p. 1585. Épreuves des concours de recrutement des professeurs techniques adjoints dans les E.N.P. et C.T.

Circulaire n° 2095 du 30 juin 1952. BO n° 28 du 17 juillet 1952, p. 2093. Programmes de technologie dans les C.T. industriels de garçons.

Circulaire n° 2866-90 du 28 juillet 1952. BO n° 31 du 11 septembre 1952, p. 2359. C.T. industriels de garçons horaires et programmes des classes de 2<sup>nde</sup> et 1<sup>re</sup>.

Circulaire n° 2138-4 du 23 septembre 1952. BO n° 35 du 2 octobre 1952, p. 2681. Recrutement des ENP.

Décret du 13 octobre 1952. Crée au baccalauréat une série M'.

Circulaire du 1<sup>er</sup> décembre 1952. BO n° 45 du 11 décembre 1952, p. 3369. Concours de recrutement de P.T.A. des spécialités industrielles dans des E.N.P. et C.T. session 1953.

Arrêté du 17 décembre 1952. BO n° 1 du 1<sup>er</sup> janvier 1953, p. 41. Organisation du BEI.

Circulaire n° 2188 - 4 et 5 B du 18 décembre 1952. BO n° 1 du 1<sup>er</sup> janvier 1953, p. 47. Interdiction aux élèves des classes de seconde des collèges techniques industriels nouveau régime de s'inscrire au Certificat d'aptitude professionnelle.

Circulaire du 13 février 1953. BEI nouveau régime examen probatoire.

Arrêté du 30 mars 1953. BO n° 15 du 16 avril 1953, p. 1091. Épreuves de la 2<sup>e</sup> série du concours de recrutement des professeurs techniques adjoints dans les E.N.P. et C.T..

Arrêté du 20 mai 1953. BO du 4 juin 1953, p. 1599. Horaires dans les E.N.P..

Circulaire du 3 janvier 1956. BO n° 4 du 26 janvier 1956, p. 247. Organisation d'un recrutement parallèle des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

Arrêté du 27 juin 1956. BO n° 27 du 12 juillet 1956, p. 1831. Programme des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Décret n° 59-931 du 14 septembre 1956. BO n° 4 du 26 janvier 1956, p. 247. Organisation d'un recrutement parallèle des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

Arrêté du 23 novembre 1956. BO n° 42 du 29 novembre 1946, p. 3007. Programmes de l'Enseignement du Second degré, des Écoles normales d'instituteurs et d'institutrices et des classes de l'enseignement technique préparant au baccalauréat.

Circulaire n° 2946 du 8 octobre 1956. BO n° 37 du 25 octobre 1956, p. 2713. Formation des élèves.

Décret n° 57-236 du 27 février 1957. JORF n° 50 du 28 février 1957, p. 2291. Relatif au recrutement des professeurs des lycées, collèges classiques et modernes et écoles normales primaires et des professeurs des disciplines scientifiques des écoles nationales professionnelles et des collèges techniques.

Circulaire du 20 mars 1957. Orientation vers les études scientifiques.

Loi n° 57-298 du 11 mars 1957 sur la propriété littéraire et artistique. JORF du 14 mars 1957, p. 2723.

Arrêté du 27 mars 1957. BO n° 16 du 11 avril 1957, p. 1331. Modification des modalités de recrutement des professeurs techniques adjoints des spécialités industrielles dans les E.N.P. et C.T..

Arrêté du 15 avril 1957. BO n° 20 du 16 mai 1957, p. 1649. Liste des écoles techniques supérieures dont les élèves sont assujettis au régime des assurances sociales des étudiants.

Note du 21 mai 1957. BO n° 22 du 30 mai 1957, p. 1897. Nombre de places mises au concours en 1957 pour l'entrée en classe de 4<sup>e</sup> des écoles nationales professionnelles et des écoles nationales d'horlogerie.

Circulaire du 8 juin 1957. BO n° 25 du 20 juin 1957, p. 2087. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire du 8 juin 1957 rectificatif. BOEN n° 31 du 5 septembre 1957, p. 2635. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire du 12 août 1957. BOEN n° 32 du 12 septembre 1957, p. 2689. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Horaires et programmes.

Décret n° 57-972 du 26 août 1957. BO n° 33 du 19 septembre 1957, p. 2759. Sections de technicien.

Arrêté du 9 septembre 1957. BO n° 33 du 19 septembre 1957, p. 2761. Modification de l'arrêté du 28 octobre 1953 créant le brevet d'électrotechnicien.

Circulaire du 12 octobre 1957. BO n° 37 du 17 octobre 1957, p. 3065. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Horaires et programmes.

Arrêté du 31 mai 1958. BO n° 24 du 12 juin 1958, p. 1940. Modifications de l'arrêté du 30 septembre 1953 fixant la nature des épreuves du brevet d'enseignement industriel électricité.

Décret n° 58-283 du 17 mars 1958. BO n° 14 du 27 mars 1958, p. 1087. Règlement d'administration publique relatif aux conditions de recrutement des deux corps de professeurs des établissements publics d'enseignement technique.

Circulaire du 9 juin 1958. BO n° 24 du 12 juin 1958, p. 1935. Orientation des élèves des lycées et collèges au cours de leur scolarité.

Circulaire du 6 juin 1958. BO n° 24 du 12 juin 1958, p. 1913. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Nouvelles classes préparatoires aux grandes écoles.

Ordonnance n° 59-45 du 6 janvier 1959. JORF n° 5 du 7 janvier 1959. Prolongation de la scolarité obligatoire.

Décret n° 59-57 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 10. Réforme de l'enseignement public.

Décret n° 59-58 du 6 janvier 1959. RM / F n° 1 du 12 janvier 1959, p. 45. Réforme du baccalauréat de l'enseignement secondaire.

Ordonnance n° 59-244 du 4 février 1959. BO n° 7, p. 919 et BO n° 11, p. 1381. Recrutement et titularisation des fonctionnaires.

Arrêté du 1<sup>er</sup> avril 1959. RM / F n° 8 du 20 avril 1959, p. 1013. Modification des programmes de type A et B des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire du 7 avril 1959. RM / F n° 8 du 20 avril 1959, p. 1045. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux grandes écoles.

Circulaire n° 3502-4 du 8 avril 1959. RM / F n° 8 du 20 avril 1959, p. 1047. Régime disciplinaire applicable aux élèves des sections de techniciens et des classes préparatoires au concours d'entrée dans les ENIAM.

Circulaire du 9 juillet 1959 aux recteurs. RM / F n° 16 du 30 juillet 1959, p. 2041. Classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Décret n° 59-897 du 30 juillet 1959. RM / F n° 17 du 14 septembre 1959, p. 2041. Organisation dans l'enseignement technique de sections préparatoires à un concours de recrutement spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs.

Loi du 31 juillet 1959. Niveaux de classification.

Décret n° 59-970 du 5 août 1959. BO n° 17, p. 2161. Brevets d'enseignement de l'enseignement technique.

Décret n° 59-1074 du 10 septembre 1959. RM / F n° 18 du 21 septembre 1959, p. 2355. Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique C.A.P.E.T..

Circulaire n° 3558-4 du 24 septembre 1959. BO n° 20 du 19 octobre 1959. Programme du baccalauréat pour le premier semestre (série technique et mathématiques et technique).

Arrêté du 30 septembre 1959. RM / F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2901. Modalités et organisation du concours pour l'obtention du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique C.A.P.E.T..

Arrêté du 30 septembre 1959. RM / F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2919. Modalités d'obtention des certificats exigés pour l'accès au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique section B1. Construction et mécanique, industrie mécanique.

Arrêté du 30 septembre 1959. RM / F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2923. Modalités d'obtention des certificats exigés pour l'accès au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique section B2. Construction et mécanique, industrie du bâtiment.

Arrêté du 10 octobre 1959. RM / F n° 20 du 19 octobre 1959, p. 2647. Admission dans les Centres Pédagogiques Régionaux de l'E.T. des candidats reçus à la première partie du C.A.P.E.T..

Circulaire du 10 octobre 1959. RM / F n° 23 du 30 novembre 1959, p. 3015. Instructions pédagogiques concernant les nouveaux horaires.

Circulaire du 2 novembre 1959. RM / F n° 23 du 30 novembre 1959, p. 3025. Instructions pédagogiques concernant les nouveaux horaires, enseignements professionnels.

Circulaire du 7 décembre 1959. BO n° 25 du 21 décembre 1959, p. 3281. Étude relative à la proposition du 4<sup>e</sup> plan d'équipement. Classes préparatoires aux grandes écoles.

Circulaire du 22 décembre 1959. Nomenclature des niveaux scolaires et professionnels.

Arrêté du 23 décembre 1959. RM/F n° 2, p. 75. Programmes des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire du 16 mars 1960. RM/F n° 13 du 28 mars 1960, p. 1017. Inscription dans les classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Arrêté du 18 mars 1960. RM/F n° 14 du 4 avril 1960, p. 1110. Dispense de certains certificats exigés pour l'accès au concours pour l'obtention du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Arrêté du 18 mars 1960. RM/F n° 14 du 4 avril 1960, p. 1111. Dispense de titres et d'épreuves pour l'accès au concours pour l'obtention du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Circulaire n° 3689-4 du 23 mai 1960. RM/F n° 22 du 3 juin 1960, p. 1836. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

Circulaire du 18 juin 1960. RM/F n° 26 du 4 juillet 1960, p. 2047. Classes préparatoires aux Écoles scientifiques.

Décret n° 60-566 du 1<sup>er</sup> juin 1960. BO n° 24 du 20 juin 1960, p. 1865 à 1875 et p. 1925. Organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juin 1960. BO n° 24 du 20 juin 1960, p. 1873. Délégation de signature au directeur des enseignements technique et professionnel.

Circulaire n° 3736 du 9 août 1960. RM/F n° 31 du 12 septembre 1960, p. 2515. Nouvelle dénomination des établissements scolaires par suite de la mise en application de la réforme de l'enseignement.

Décret n° 60-974 du 12 septembre 1960. BO n° 31 du 12 septembre 1960, p. 2573. Réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Arrêté du 12 septembre 1960. BO n° 31 du 12 septembre 1960, p. 2577. Épreuves du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Circulaire n° 3736 du 14 novembre 1960. RM/F n° 22 du 5 juin 1960, p. 3429. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

Décret n° 60-1289 du 21 novembre 1960. RM/F n° 44 du 12 décembre 1960, p. 3589. Recrutement des élèves et durée des études à l'école normale supérieure de l'enseignement technique.

Arrêté du 2 janvier 1961. RM/F n° 3 du 13 janvier 1961, p. 253. Mesures exceptionnelles pour le recrutement des professeurs certifiés de l'enseignement technique.

Arrêté du 11 janvier 1961. RM/F n° 5 du 30 janvier 1961, p. 415. Liste des sections de l'école normale supérieure de l'enseignement technique.

Circulaire du 7 février 1961. RM/F n° 7 du 13 février 1961, p. 631. Programmes de physique dans la classe de mathématiques supérieures.

Circulaire n° 3789-A2 du 22 février 1961. RM/F n° 11 du 13 mars 1961, p. 1049. Sections préparatoires au concours spécial pour les grandes écoles.

Circulaire du 14 avril 1961. RM/F n° 16 du 24 avril 1961, p. 1467. Inscription des élèves dans les classes de première année préparatoires aux grandes écoles.

Arrêté du 23 août 1961. RM/F n° 31 du 18 septembre 1961, p. 3041. Conditions d'admission dans les écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers.

Arrêté du 19 octobre 1961. Technologie.

Arrêté du 2 décembre 1961. RM/F n° 43 du 11 décembre 1961, p. 4129. Programmes des concours d'admission à certaines écoles nationales supérieures d'ingénieurs.

Arrêté du 2 décembre 1961, rectificatif. RM/F n° 2 du 8 janvier 1962, p. 175. Programmes des concours d'admission à certaines écoles nationales supérieures d'ingénieurs.

Arrêté du 15 février 1962. BO n° 6 du 26 février 1962, p. 709. Fixation des programmes de technique graphique, technologie, et de technique pratique dans les classes de 2<sup>nde</sup> technique et mathématiques, dans les classes préparant au baccalauréat 1<sup>re</sup> partie, série technique A, et au baccalauréat 2<sup>e</sup> partie, série mathématiques et technique.

Arrêté du 22 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 881. Liste des écoles d'ingénieurs auxquelles un concours spécial de recrutement organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique ouvre accès.

Arrêté du 22 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 893. Conditions et programmes du concours spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs.

Décret n° 62-216 du 26 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 887. Application des dispositions de l'article 35 du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 relatif à la réforme de l'enseignement public.

Circulaire du 20 avril 1962. RM/F n° 18 du 30 avril 1962, p. 1627. Classes préparatoires aux E.N.I.A.M.

Circulaire du 23 mai 1962. RM/F n° 22 du 28 mai 1962, p. 1923. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux E.N.I.A.M.

Circulaire du 8 juin 1962. BO n° 25 du 18 juin 1962, p. 2179. Liste des établissements avec classes préparatoires aux grandes écoles.

Circulaire du 8 juin 1962 ter. BO n° 25 du 18 juin 1962, p. 2179. Liste des établissements avec classes préparatoires aux grandes écoles.

Circulaire du 5 juillet 1962. BO n° 29 du 16 juillet 1962. Classes préparatoires aux grandes écoles.

Décret n° 62-821 du 18 juillet 1962. BO n° 31 du 27 août 1962, p. 2787. Application des articles 33 et 34 du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement.

Circulaire du 7 septembre 1962. R.M.F. n° 34 du 17 septembre 1962, p. 3061. Enseignement de la technologie. Directives et commentaires provisoires.

Arrêté du 2 août 1962. BO n° 35 du 24 septembre 1962, p. 3183. Reclassement comme brevets de techniciens supérieurs de certains brevets de techniciens institués conformément au décret n° 52-178 du 19 février 1952.

Décret n° 62-1137 du 29 septembre 1962. BO n° 38 du 15 novembre 1962, p. 3461. Centre national d'enseignement technique de Cachan.

Décret n° 62-1172 du 29 septembre 1962. BO n° 39 du 22 novembre 1962, p. 3597. Création d'un examen probatoire à la fin de la classe de première des établissements d'enseignement du second degré.

Arrêté du 29 septembre 1962. BO n° 39 du 22 novembre 1962, p. 3601. Epreuves de l'examen probatoire de fin de classe de première des établissements du second degré.

Décret n° 62-1173 du 29 septembre 1962. BO n° 39 du 22 novembre 1962, p. 3589. Baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Arrêté du 29 septembre 1962. BO n° 39 du 22 novembre 1962, p. 3593. Epreuves du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Arrêté du 29 septembre 1962. BO n° 43 du 19 novembre 1962, p. 3977. Conditions d'admission en première année d'étude de l'école centrale des Arts et Manufactures.

Circulaire du 5 novembre 1962. BO n° 43 du 19 novembre 1962, p. 4001. Nouvelle « épreuve graphique » du concours d'admission à certaines écoles d'ingénieurs.



Arrêté du 23 novembre 1962. BO n° 47 du 17 décembre 1962, p. 4311. Liste complémentaires des écoles d'ingénieurs pour l'accès desquelles un concours spécial est organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique.

Arrêté du 21 janvier 1963. BO n° 11 du 14 mars 1963, p. 553. Modification de l'arrêté du 27 juin 1956 qui fixe les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Arrêté du 18 février 1963. BO n° 9 du 28 février 1963, p. 459. Concours de recrutement de professeurs agrégés et assimilés pour les établissements d'enseignement technique.

Circulaire du 18 février 1963. BO n° 9 du 28 février 1963, p. 459. Organisation de l'épreuve de technique pratique pour la session du baccalauréat de 1963.

Arrêté du 21 février 1963. BO n° 11 du 14 mars 1963, p. 552. Concours de recrutement des professeurs techniques adjoints des Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers, des ENNA et écoles assimilés.

Décret n° 63-218 du 1<sup>er</sup> mars 1963. BO n° 11 du 14 mars 1963, p. 550. Conditions de recrutement des professeurs techniques adjoints des lycées techniques des LT.

Texte daté du 13 mars 1963. Technologie.

Arrêté du 18 mars 1963. BO n° 16 du 18 avril 1963, p. 883. Nombre de places mises en compétition aux concours en première année dans les écoles d'ingénieurs Arts et Métiers organisés en 1963.

Circulaire du 8 avril 1963. BO n° 16 du 18 avril 1963, p. 909. Conditions spéciales d'accès au corps des professeurs certifiés

Circulaire du 6 avril 1963. BO n° 16 du 18 avril 1963, p. 885. Organisation des classes préparatoires aux écoles scientifiques année 1963-1964.

Arrêté du 7 mai 1963. BO n° 23 du 6 juin 1963, p. 1300. Conditions et programme du concours spécial ouvrant accès aux grandes écoles d'ingénieurs.

Circulaire du 3 juillet 1963. BO n° 30 du 25 juillet 1963, p. 1707. Commentaires relatifs à l'enseignement des mathématiques dans les classes de mathématiques supérieures.

Décret n° 63-793 du 3 août 1963. JORF n° 182 du 4 août 1963, p. 7264. Modifiant certaines dispositions du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public.

Décret n° 64-42 du 14 janvier 1964. BO n° 5 du 30 janvier 1964, p. 312. Délivrance du titre de technicien breveté.

Circulaire du 16 janvier 1964. BO n° 7 du 13 février 1964, p. 445. Modification de la structure des lycées techniques. Sections industrielles.

Arrêté du 18 janvier 1964. BO n° 5 du 30 janvier 1964, p. 314. Concours des personnels du cadre des professeurs agrégés, certifiés et assimilés des lycées, des écoles normales primaires, des écoles nationales d'ingénieurs d'arts et métiers, des écoles d'ingénieurs et des écoles normales nationales d'apprentissage.

Décret du 14 mars 1964. Fin administrative de l'enseignement technique.

Arrêté du 14 mars 1964. BO n° 15 du 16 avril 1964. Listes des classes préparatoires aux grandes écoles.

Arrêté du 25 mars 1964. BO n° 19 du 14 mai 1964, p. 1203. Programmes des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire n° 64-243 du 21 mai 1964. BO n° 22 du 4 juin 1964, p. 136. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles 1964.

Circulaire n° 64-245 du 21 mai 1964. BO n° 22 du 4 juin 1964, p. 1359. Sections préparatoires aux brevets de techniciens supérieurs.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1677. Horaire hebdomadaire et programmes des enseignements généraux de la classe de seconde T.I.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1677. Horaire hebdomadaire et programmes de la classe de seconde T.I. préparatoire aux brevets de techniciens, fabrications mécaniques, électronique, et électrotechnique, et au baccalauréat série mathématiques et technique.

Circulaire n° 64-300 du 2 juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1671. Modification de la structure des lycées techniques. Second cycle.

Circulaire n° 64-301 du 3 juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964, p. 1686. Modification de la structure des lycées techniques. Second cycle.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1964. BO n° 28 du 16 juillet 1964. Horaire hebdomadaire des enseignements généraux de la classe de 2<sup>e</sup> TI.

Circulaire n° 64-3349 du 6 août 1964. BO n° 31 du 27 août 1964, p. 1860. Admission exceptionnelle d'élèves de C.E.T. dans les sections de techniciens des L.T..

Instructions n° 64-352 du 11 août 1964. BO n° 31 du 27 août 1964, p. 1852. Enseignement de la technologie en 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> moderne.

Circulaire n° 64-355 du 12 août 1964. BO n° 31 du 27 août 1964. Connaissances scolaires exigibles dans les examens et concours d'entrée dans les grandes écoles scientifiques.

Décret n° 64-1053 du 12 octobre 1964. Formation des techniciens.

Circulaire n° 64-453 du 25 novembre 1964. BO n° 46 du 10 décembre 1964, p. 2758. Enseignement de la géométrie descriptive dans les classes de mathématiques supérieures.

Circulaire n° 64-453 du 25 novembre 1964. BO n° 46 du 10 décembre 1964, p. 2759. Organisation des travaux pratiques de sciences physiques dans les classes préparatoires aux grandes écoles type B.

Circulaire n° 64-470 du 1<sup>er</sup> décembre 1964. BO n° 47 du 17 décembre 1964, p. 2809. Instructions relatives aux programmes de mathématiques de la classe de seconde T.I. préparatoire aux brevets de technicien « fabrications mécaniques, électronique et électrotechnique » et au baccalauréat série mathématiques et technique.

Arrêté du 8 avril 1965. BO n° 17 du 6 mai 1965, p. 1007. Recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juin 1965. BO n° 23, p. 1335. CFPTA des LT.

Circulaire n° 65-240 du 9 juin 1965. BO n° 23 du 17 juin 1965. Application de la réforme aux classes de seconde à la rentrée 1965.

Décret n° 65-438 du 10 juin 1965. JORF n° 34 du 12 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1372. Modifiant les titres III, IV et X du décret n° 59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public.

Arrêté du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1373. Horaire hebdomadaire dans les classes de second cycle des lycées classiques, modernes et techniques.

Circulaire n° 65-239 du 10 juin 1965. BO n° 24 du 24 juin 1965, p. 1378. Horaires et programmes expérimentaux applicables dans les classes de première TI et TI préparatoire aux brevets de techniciens, fabrications mécaniques, électronique, électrotechnique.

Circulaire n° 65-318 du 20 août 1965. BO n° 30 du 26 août 1965, p. 1735. Horaires et programmes du second cycle applicable en 1965 et 1966.

Arrêtés du 6 septembre 1965. BO n° 34 du 23 septembre 1965, p. 2025, 2029 et 2034. Création d'un brevet de technicien en électronique, en électrotechnique et en fabrications mécaniques.

Arrêté du 9 décembre 1965. Horaires et programmes expérimentaux et provisoires des classes de 1<sup>re</sup> TI et TI préparatoires aux brevets de techniciens, électroniques, électrotechniques et fabrications mécaniques.

Décret n° 66-27 du 7 janvier 1966. JORF du 9 janvier 1966, p. 274. Portant création d'instituts universitaires de technologie.

Décret n° 66-146 du 11 mars 1966. BO n° 12, p. 659. Prorogation de la délivrance des diplômes d'élève breveté des lycées techniques d'État.

Arrêté du 16 mars 1966. BO n° 13 du 31 mars 1966. Durée de l'épreuve de technique pratique de la série mathématiques et technique du baccalauréat.

Circulaire n° 66-132 du 30 mars 1966. BO n° 14 du 7 avril 1966, p. 752. Baccalauréat. Épreuve de technique pratique de la série mathématiques et technique. □

Circulaire n° 66-220 du 7 juin 1966. BO n° 24 du 16 juin 1966, p. 1269. Horaires et programmes expérimentaux de 1<sup>re</sup> TI et TI préparatoires aux brevets de techniciens fabrications mécaniques, électroniques, électrotechniques.

Arrêté du 28 juin 1966. BO n° 31 du 4 août 1966, p. 1726. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

Circulaire n° 66-283 du 25 juillet 1966. BO n° 32 du 1<sup>er</sup> septembre 1966 □. Horaires et programmes expérimentaux de 1<sup>re</sup> TI et TI préparatoires aux brevets de techniciens.

Décret n° 66-619 du 10 août 1966. BO n° 33, p. 1893. Frais de déplacement.

Arrêté du 25 août 1966. BO n° 34 du 15 septembre 1966, p. 2036. Programmes des disciplines industrielles des classes de la section T des lycées.

Instructions du 25 août 1966. BO n° 34 du 15 septembre 1966, p. 2051. Programmes de Loi du 3 décembre 1966. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale.

Arrêté du 5 juin 1967. BO n° 27 du 6 juin 1967, p. 1651. Modification des conditions d'admission et des programmes du concours d'entrée à l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

Circulaire (bis) n° IV-67-254 du 7 juin 1967. BO n° 25 du 22 juin 1967, p. 1539. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques 1967-1968.

Circulaire n° 67-266 du 19 juin 1967. BO n° 26 du 29 juin 1967, p. 1614. Horaires et programmes expérimentaux de 1<sup>re</sup> TI et TI préparatoires à certains brevets de techniciens.

Note du 24 juillet 1967. BO n° 32, p. 1936. ENSET.

Circulaire n° II-67-300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale. Classification des niveaux de formation.

Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1956. Horaires des classes de seconde et de la classe terminale A du second cycle long.

Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1958. Programmes des classes A, B3 et de secondes T option laboratoire et génie civil.

Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1949. Horaires et programmes des classes de première et terminale préparatoires au baccalauréat de technicien en électrotechnique.

Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1951. Horaires et programmes des classes de première et terminale préparatoires au baccalauréat de technicien en électronique.

Arrêté du 31 juillet 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1952. Horaires et programmes des classes de première et terminale préparatoires au baccalauréat de technicien en construction mécanique.

Circulaire n° IV-67-331 du 1<sup>er</sup> août 1967 □. BO n° 32 du 31 août 1967 □, p. 1975. Organisation des enseignements techniques longs □ sections industrielles et économiques des lycées et lycées techniques □ mises en place à la rentrée scolaire 1967, des préparations aux baccalauréats de technicien. □

Circulaire n° IV-67-339 du 10 août 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1997. Elèves redoublant les classes de préparation à l'ENSET, A1, A2, et B.

Circulaire n° IV-67-374 du 14 septembre 1967. BO n° 36 du 28 septembre 1967, p. 2292. Horaires et programmes des classes du second cycle.

Circulaire n° IV-67-377 du 16 septembre 1967. BO n° 36 du 28 septembre 1967, p. 2293. Application des dispositions de l'arrêté du 31 juillet 1967 relatif aux horaires des classes du second cycle long.

Circulaire du 3 novembre 1967. Allègement des programmes de brevet de technicien.

Décret n° 67-994 du 13 novembre 1967. BO n° 44 du 23 novembre 1967, p. 2817. Réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Arrêté du 5 décembre 1967. BO n° 49 du 28 décembre 1967, p. 3161. Autorisation à certains LTE de délivrer en 1968, pour certaines spécialités définies, le diplôme d'élève breveté.

Circulaire n° IV-67-502 du 7 décembre 1967. BO n° 47 du 14 décembre 1967, p. 3077. Baccalauréat de l'enseignement du second degré. Épreuves écrites et épreuve pratique de la série E.

Arrêté du 9 février 1968. BO n° 9, p. 608. Programmes classes préparatoires aux grandes écoles C1 et C2.

Arrêté du 27 mai 1968. BO n° 30, p. 2397. Liste complémentaires des écoles d'ingénieurs pour l'accès desquelles un concours spécial est organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique.

Décret du 7 juin 1968. BO n° 21 du 17 juin 1968, p. 1597. Aménagement pour 1968 des épreuves du baccalauréat.

Circulaire n° IV 68-318 du 1<sup>er</sup> août 1968. BO n° 29 du 26 août 1968, p. 2263. Enseignements techniques longs préparatoires aux baccalauréats de technicien du secteur industriel et de certains B.T. (rentrée 1968).

Circulaire n° IV-68-319 du 1 août 1968. BO n° 29 du 26 août 1968, p. 2303. Organisation des classes préparatoires scientifiques 1968-1969.

Arrêté du 8 novembre 1968. BO n° 42 du 28 novembre 1968, p. 3114. Instituant une agrégation de mécanique des lycées.

Arrêté du 20 novembre 1968. BO n° 42 du 28 novembre 1968, p. 3124. Épreuves du baccalauréat de l'enseignement du second degré en 1969.

Décret n° 68-1008 du 20 novembre 1968. BO n° 42 du 20 novembre 1968, p. 3121. Délivrance du titre de bachelier technicien.

Arrêté du 20 décembre 1968. BO n° 2 du 9 janvier 1969, p. 85. Autorisation à certains lycées techniques d'État de délivrer en 1969, pour certaines spécialités définies, le diplôme d'élève breveté.

Circulaire n° IV-69-1 du 6 janvier 1969. BO n° 2 du 9 janvier 1969, p. 90. Premiers éléments relatifs aux compositions. Notes et classements.

Circulaire n° IV-69-3 du 8 janvier 1969. BO n° 3 du 16 janvier 1969, p. 173. Allègement des programmes des baccalauréats de technicien du secteur industriel.

Décret n° 69-102 du 18 janvier 1969. BO n° 7 du 13 février 1969, p. 527. Règlement général des brevets d'études professionnels.

Décret n° 69-103 du 18 janvier 1969. BO n° 7 du 13 février 1969, p. 527. Modification du décret n° 64-42 du 14 janvier modifié, relatif à la délivrance du titre de technicien breveté.

Arrêté du 18 janvier 1969. BO n° 7 du 13 février 1969, p. 529. Épreuves des brevets de technicien pour la session de 1969.

Décret n° 69-180 du 13 février 1969. BO n° 9 bis du 27 février 1969, p. 835. Délivrance du titre de bachelier de technicien en 1969.

Circulaire n° IV-69-72 du 16 juin 1969. BO n° 8. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles.

Décret n° 69-180 du 13 février 1969. BO n° 9 bis du 27 février 1969, p. 838. Règlement d'examen pour l'obtention du baccalauréat de technicien en construction mécanique.

Arrêté du 20 mai 1969. BO n° 24 du 12 juin 1969, p. 2103. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

Arrêté du 18 juin 1969. BO n° 29, p. 2507. Liste complémentaire des écoles d'ingénieurs pour l'accès desquelles un concours spécial est organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique.

Arrêté du 3 juillet 1969. BO n° 30 du 24 juillet 1969, p. 2558. Horaire des classes du second cycle long conduisant au baccalauréat.

Arrêté du 5 décembre 1969. BO n° 47 du 11 décembre 1969, p. 3576. Epreuves du baccalauréat à partir de 1970.

Décret n° 70-44 du 15 janvier 1970. BO n° 4 du 22 janvier 1970, p. 297. Titres requis des candidats au CAPES et au CAPET.

Arrêté du 19 mars 1970. BO n° 17 du 23 avril 1970, p. 1416. Horaire des classes de seconde du second cycle long conduisant au bac.

Circulaire n° 70-226 du 19 mai 1970. BO n° 22 du 28 mai 1970, p. 1754. Horaire, programmes et organisation des enseignements dispensés dans les classes de second cycle long durant l'année scolaire 1970-1971.

Décret n° 71-17 du 6 janvier 1971. BO n° 3 du 21 janvier 1971, p. 181. Titres requis des candidats au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré et au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Arrêté du 13 janvier 1971. BO n° 6, p. 415. Liste complémentaire des écoles d'ingénieurs pour l'accès desquelles un concours spécial est organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique.

Circulaire n° 71-124 du 6 avril 1971. BO n° 15 du 15 avril 1971, p. 988. L'enseignement du calcul dans les établissements du second degré.

Arrêté du 14 mai 1971. BO n° 25 du 24 juin 1971, p. 1586. Horaires et programmes des classes de mathématiques des classes de terminale du cycle long conduisant au baccalauréat.

Arrêté du 19 avril 1971. BO n° 20 du 20 mai 1971, p. 1277. Recrutement des élèves des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

Arrêté du 30 avril 1971. BO n° 19 du 13 mai 1971, p. 1229. Répartition par discipline des candidats qui pourront être admis aux concours ouverts en 1971 pour le recrutement de professeurs agrégés.

Arrêté du 12 juillet 1971. BO n° 30 du 29 juillet 1971, p. 1938. Création au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) d'une section B3 Construction et mécanique (fabrications mécaniques).

Arrêté du 26 juillet 1971. BO n° 31 du 26 août 1971, p. 2052. Conditions de titres exigés des candidats aux sections A2 Chimie.

Circulaire n° 71-219 du 5 juillet 1971. BOEN n° 28 du 15 juillet 1971, p. 1745. Horaires, programmes et organisation des enseignements dispensés dans les classes du second cycle long durant l'année scolaire 1971-1972.

Circulaire n° 71-244 du 26 juillet 1971. BOEN n° 30 du 29 juillet 1971, p. 1878. Commentaire du programme de mathématiques des classes terminales A, B, C, D et E.

Arrêté du 2 septembre 1971. BO n° 35 du 23 septembre 1971, p. 2285. Dénomination des classes préparatoires dans les divers établissements d'enseignement supérieures.

Arrêté du 16 novembre 1971. BO n° 46, p. 3044. Liste complémentaire des écoles d'ingénieurs pour l'accès desquelles un concours spécial est organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique.

Loi n° 71-577 du 16 juillet 1971. JORF n° 164 du 17 juillet 1971, p. 7044. Loi d'orientation sur l'enseignement technologique.

Arrêté du 4 février 1972. BOEN n° 7 du 17 février 1972, p. 465. Programmes applicables dans les classes de mathématiques supérieures et de mathématiques spéciales, rectificatif. BO n° 8 du 24 février 1972.

Arrêté du 2 février 1972. BO n° 8 du 24 février 1972, p. 596. Concours pour le recrutement des personnels des lycées techniques.

Arrêté du 9 février 1972. BO n° 8 du 24 février 1972, p. 596. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

Arrêté du 15 mars 1972. BO n° 14, p. 1007. Certificat du CAPET B3 et rectificatif. BO n° 23, p. 1556.

Arrêté du 24 avril 1972. BO n° 23 du 8 juin 1972, p. 1578. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique degré supérieur.

Arrêté du 16 mai 1972. BO n° 22 du 1<sup>er</sup> janvier 1972, p. 1525. Enseignement des disciplines industrielles dans les classes de second cycle conduisant au baccalauréat de l'enseignement du second degré. Série E.

Circulaire n° 72-237 du 16 juin 1972. BO n° 26 du 29 juin 1972, p. 1784. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles 1972-1973.

Décret n° 72-581 du 4 juillet 1972. JORF du 7 juillet 1972, p. 7073. Relatif au statut particulier des professeurs certifiés.

Arrêté du 24 juillet 1972. BO n° 31 du 24 août 1972, p. 2278. Création au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) d'une section B4 Construction et mécanique-génie électrique.

Arrêté du 24 juillet 1972. BO n° 31 du 24 août 1972, p. 2281. Candidature des ingénieurs et des titulaires d'un diplôme d'études supérieures techniques à la section B4 Construction et mécanique du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET).

Arrêté du 24 juillet 1972, rectificatif. BO n° 39 du 19 octobre 1972, p. 3423. Création au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) d'une section B4 Construction et mécanique-génie électrique.

Circulaire n° 72-455 du 23 novembre 1972. BOEN n° 45 du 30 novembre 1972, p. 3890. Épreuves écrites du baccalauréat de l'enseignement du second degré à partir de 1973. Choix des sujets.

Décret n° 72-1058 du 25 novembre 1972. BOEN n° 46 du 7 décembre 1972, p. 4017. Institution d'une équivalence, en vue de la poursuite d'études supérieures, entre les baccalauréats de techniciens et le baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Circulaire n° 72-496 du 18 décembre 1972. BOEN n° 1 du 4 janvier 1973, p. 13. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire n° 73-208 du 25 avril 1973. BO n° 18, p. 1488. DUES, concours ENSI.

Circulaire n° 73-213 du 27 avril 1973. BO n° 19 du 10 mai 1973, p. 1547. Commentaire des programmes de mathématiques des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Arrêté du 8 août 1973. BOEN n° 33 du 13 septembre 1973, p. 2575. Dénomination des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles d'ingénieurs créées dans les établissements d'enseignement technique.

Circulaire n° 73-380 du 25 septembre 1973. BO n° 37 du 11 novembre 1973, p. 2918. Commentaire des programmes de mathématiques des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Arrêté du 2 novembre 1973. BO n° 43 du 22 novembre 1973, p. 3473. CAPET section D.

Arrêté du 12 novembre 1973. BO n° 47 du 20 décembre 1973, p. 3787. Programme de mathématiques et de sciences physiques des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire n° 73-471 du 14 novembre 1973. BO n° 43 du 22 novembre 1973, p. 3433. Épreuves écrites du baccalauréat de l'enseignement du second degré à partir de 1973. Choix des sujets.

Décret n° 72-1058 du 25 novembre 1973. BO n° 46 du 7 décembre 1973, p. 4017. Institution d'une équivalence, en vue de la poursuite d'études supérieures, entre le baccalauréat de technicien et le baccalauréat du second degré.

Circulaire du 26 novembre 1973. BO n° 47 du 20 décembre 1973, p. 3802. Commentaires sur les programmes de sciences physiques des classes préparatoires au concours spécial d'accès aux grandes écoles scientifiques fixés par l'arrêté du 12 novembre 1973.

Décret n° 74-562 du 17 mai 1974. BO n° 25 du 20 juin 1974, p. 1881 et rectificatif, paru au BO n° 28 du 11 juillet 1974, p. 2165. Statuts du centre national et des centres régionaux et interrégionaux de l'École nationale supérieure d'Arts et Métiers.

Arrêté du 9 juillet 1974. BO n° 33 du 12 septembre 1974, p. 2664. Collège d'enseignement technique.

Arrêté du 12 septembre 1974. BO n° 39 du 24 octobre 1974, p. 3153. Programme applicable dans les classes préparatoires T.

Décret n° 75-58 du 23 janvier 1975. BO n° 6 du 13 février 1975, p. 608. Modalités d'organisation du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux.

Arrêté du 23 janvier 1975. BO n° 6 du 13 février 1975, p. 610. Épreuves du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux de plein exercice.

Circulaire n° 75-104 du 5 mars 1975. BO n° 11 du 20 mars 1975, p. 1043. Instructions concernant l'élaboration des sujets du baccalauréat de l'enseignement du second degré pour les élèves des établissements expérimentaux de plein exercice.

Arrêté du 18 mars 1975. BO n° 14 du 10 avril 1975, p. 1302. Création d'une agrégation de génie civil.

Circulaire n° 75-147 du 9 avril 1975. BO n° 15 du 17 avril 1975, p. 1389. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux grandes écoles de première année.

Arrêté du 12 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1836. Nombre de places mises en 1975 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs.

Circulaire bis n° 75-196 du 26 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1801. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Circulaire ter n° 75-196 du 26 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1801. Organisation pédagogique des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques.

Loi n°75-620 du 11 juillet 1975 dite réforme Haby. Réforme Haby, collège unique.

Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2494. Création d'une agrégation de génie électrique.

Arrêté du 6 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2496. Création d'une agrégation de génie mécanique.

Circulaire n° 75-285 du 25 août 1975. BO n° 31 du 4 septembre 1975, p. 2489. Enseignement des mathématiques dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques.

Circulaire n° 75-365 du 20 octobre 1975. BO n° 39 du 20 octobre 1975, p. 3262. Commentaires sur les programmes de technologie des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

Décret n° 75-1161 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 35. Recrutement et formation des professeurs de lycées techniques.

Décret n° 75-1162 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 37. Conditions exceptionnelles de recrutement de professeurs de lycées techniques.

Décret n° 75-1163 du 16 décembre 1975. BO n° 1 du 8 janvier 1976, p. 38. Conditions exceptionnelles d'accès des professeurs techniques adjoints au corps des professeurs certifiés.

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2394. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement de professeurs techniques de lycées techniques.

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2381. Équivalences de titres et de qualification prévues pour accéder respectivement au concours du certificat d'aptitude au professorat technique et au concours d'entrée au cycle préparatoire à ce certificat.

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2383. Recrutement des élèves du cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique.

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2383. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement des élèves du cycle préparatoire.

Arrêté du 2 juillet 1976. BO n° 38 du 21 octobre 1976, p. 3664. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur) en vue du recrutement de professeurs techniques chefs de travaux de lycées techniques dans diverses spécialités.

Décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976. BO n° spécial du 6 janvier 1977, p. 4589. Organisation des formations dans les lycées.

Circulaires n° 77-045 du 3 février 1977. BO n° 14 du 14 avril 1977, p. 1032. Commentaires sur les programmes de sciences physiques des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 1977. BO n° 30 du 1<sup>er</sup> septembre 1977, p. 2311. Recrutement à l'ENSET (sections B3 et B4) de candidats titulaires du diplôme universitaire de technologie ou du brevet de technicien supérieur.

Décret n° 77-1247 du 14 novembre 1977. BO n° 44 du 8 décembre 1977, p. 3567. Accès aux grandes écoles et aux établissements d'enseignement supérieur des candidats titulaires d'un diplôme attestant une qualification professionnelle.

Arrêté du 14 décembre 1977. BO n° 11 du 16 mars 1978, p. 866. Mise en place des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques technologiques et mathématiques supérieures et technologiques et mathématiques spéciales TA et TB et horaires et programmes applicables à ces classes.

Circulaire n° 78-199 du 18 juin 1978. BO n° 26 du 29 juin 1978, p. 1799. Horaires et programmes applicables dans les classes préparatoires aux écoles nationales vétérinaires à compter de la rentrée scolaire.

Arrêté du 15 mars 1979. BO n° 19 du 10 mai 1979, p. 1111 à 1121. Conditions d'admission en cycle de formation d'ingénieur de l'ENSAM.

Arrêté du 15 mars 1979. BO n° 20, p. 1147. Commentaire sur le déroulement des épreuves d'admission en cycle de formation d'ingénieur de l'ENSAM ouvert aux élèves des classes préparatoires scientifiques : option technologique T et de type TA.

Circulaires n° 79-U-024 du 20 mars 1979. BO n° 13 du 29 mars 1979, p. 807. Concours commun aux grandes écoles, centres d'écrit.

Arrêté du 9 avril 1979. BO n° 19 du 10 mai 1979, p. 1114. Nombre de places mises en 1979 au concours portant sur les programmes des classes préparatoires scientifiques, option technologique T et des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques de type TA.

Arrêté du 2 mai 1979. BO n° 20 du 17 mai 1979, p. 1149. Nombre de place mises en 1979 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs.

Arrêté du 24 octobre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3361. Création au certificat d'aptitude de l'enseignement technique d'une section B5 éducation manuelle et technique et enseignement technologique.

Arrêté du 24 octobre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3364. Modification de l'arrêté du 16 mai 1959 organisant le certificat d'aptitude à l'enseignement des travaux manuels éducatifs et à l'enseignement ménager.

Arrêté du 13 novembre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3364. Ouverture en 1981 d'une session de la partie théorique du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique pour la section B5 éducation manuelle et technique et enseignement technologique.

Arrêté du 31 octobre 1980. BO n° 41 du 20 novembre 1980, p. 3280. Organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

Instruction n° I-80-U-1007 du 10 novembre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3341. Concours d'admission à l'ENSET session 1981.

Arrêté du 10 décembre 1980. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 71. Recrutement à l'ENSET (section B3 et B4) de candidats titulaires du diplôme universitaire de technologie ou du brevet de technicien supérieur.

Arrêté du 24 octobre 1980. BO n° 42 du 27 novembre 1980, p. 3361. Institution au CAPET d'une section B5 éducation manuelle et technique et enseignement technologique.



Arrêté du 31 octobre 1980. BO n° 41 du 20 novembre 1980, p. 3282. Organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

Note de service du 9 janvier 1981. BO n° 2 du 15 janvier 1981, p. 83. Préparation de la rentrée 1981-1982.

Arrêté du 26 janvier 1981. BO spécial n° 2 du 26 mars 1981, p.5. Modification des programmes des disciplines de la classe de seconde et institution de nouvelles matières dans la classe de seconde conduisant au baccalauréat de l'enseignement général, au baccalauréat de technicien ou au brevet de technicien.

Note de service n° 81-046 du 27 janvier 1981. BO n° 7 du 19 février 1981, p. 494. Commentaires sur les programmes des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M' et P, P'.

Arrêté du 10 février 1981. BO n° 24 du 18 juin 1981, p. 1916. Liste des titres exigés pour l'accès en classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques et mathématiques supérieures technologiques et mathématiques spéciales TA, TB, TB'.

Arrêté du 12 mai 1981. BO n° 22 du 4 juin 1981, p. 1764. Diplôme d'entretien préventif et de dépannage de matériel électronique grand public.

Note de service n° 81-169 du 15 avril 1981. BO n° 18 du 5 mai 1981, p. 1366. Enseignement des mathématiques supérieures dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

Arrêté du 8 mai 1981. BO n° 23 du 11 juin 1981, p. 1842. Modification du programme des sciences physiques des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M' et P, P'.

Arrêté du 3 juin 1981. BO n° 25 du 25 juin 1981, p. 1981. Modification des programmes de sciences physiques dans les classes préparatoires technologiques T.

Arrêté du 22 juin 1981. BO n° 27 du 9 juillet 1981, p. 3074. Ouverture de concours de recrutement des élèves du cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique.

Circulaire n° 81 du 1<sup>er</sup> juillet 1981. Épreuves écrites du baccalauréat de l'enseignement du second degré à partir de 1973.

Note de service n° 81-236 du 1<sup>er</sup> juillet 1981. BO n° 27 du 9 juillet 1981, p. 2094. Enseignement des mathématiques supérieures dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

Note de service n° 81-241 du 2 juillet 1981. BO n° 28 du 16 juillet 1981, p. 2153. Travaux pratiques de sciences physiques dans les classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P, P'.

Arrêté du 3 juillet 1981. BO n° 28 du 16 juillet 1981, p. 2152. Modification des programmes de sciences physiques dans les classes de mathématiques spéciales et mathématiques supérieures spéciales techniques T' préparant au concours spécial d'entrée dans les grandes écoles scientifiques.

Note de service n° 81-387 du 5 octobre 1981. BO n° 40 du 5 novembre 1981, p. 3352. Horaire d'enseignement de la chimie en classes préparatoires mathématiques spéciales P, P'.

Arrêté du 29 décembre 1981. BO n° 3 du 21 janvier 1982, p. 247. Organisation et horaires dans les classes de première et les classes terminales des lycées, des enseignements sanctionnés par le baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 82-022 du 13 janvier 1982. BO spécial n° 1 du 21 janvier 1982, p. 43. Préparation de la rentrée scolaire dans les lycées et les lycées d'enseignement professionnel.

Arrêté du 9 mars 1982. BO spécial n° 4 du 29 avril 1982, p. 15. Programme du baccalauréat de l'enseignement du second degré série E Technologie.

Arrêté du 9 mars 1982. BO spécial n° 3 du 22 avril 1982, p. 1835. Modification des programmes des disciplines des classes de première et des classes terminales conduisant au baccalauréat du second degré et enseignement des nouvelles matières dans ces classes. Programme d'enseignement optionnel d'éducation manuelle et technique.

Arrêté du 19 mai 1983. BO n° 23 du 9 juin 1983, p. 1828. Modification de l'arrêté du 5 décembre 1969 relatif aux épreuves du baccalauréat du second degré.

Arrêté du 24 mai 1983. BO n° 23 du 9 juin 1983, p. 1859. Modification et complément de l'arrêté du 31 octobre 1980 relatif à l'organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

Note de service n° 83-227 du 6 juin 1983. BO n° 25 du 23 juin 1983, p. 2055. Définition d'épreuves facultatives du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 83-245 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 27 juillet 1983, p. 2240. Définition et choix de sujet d'épreuves écrites au baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 83-246 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 27 juillet 1983, p. 2242. Définition d'épreuves orales du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Note de service n° 83-247 du 27 juin 1983. BO n° 27 du 27 juillet 1983, p. 2255. Définition de l'épreuve orale de contrôle.

Arrêté du 30 juin 1983. BO n° 29 du 21 juillet 1983, p. 2488. Aménagement de certains programmes d'enseignement général des classes de première et terminale conduisant aux brevets de technicien préparés à partir de la classe de seconde de détermination.

Arrêté du 19 juillet 1983. BO n° 31 du 8 septembre 1983, p. 2729. Recrutement à l'ENSET sections B1, B2, B3 et B4 de candidats titulaires du DUT de technologie ou du BTS.

Note du 22 juillet 1983. BO n° 31 du 8 septembre 1983, p. 2696. Programme de la partie théorique du CAPET section B4.

Loi n° 83-663 du 22 juillet 1983 relative à la répartition de compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat.

Arrêté du 5 août 1983. BO n° 31 du 8 septembre 1983, p. 2700. Recrutement des élèves du cycle préparatoire du certificat d'aptitude au professorat technique.

Note de service du 14 septembre 1983. BO n° 34 du 29 septembre 1983, p. 3054. Classes de première et terminale E. Recommandations pédagogiques.

Loi n° 84-52 du 26 janvier 1984 sur l'enseignement supérieur.

Décret n° 84-74 du 26 janvier 1984. JORF du 1<sup>er</sup> février 1984, p. 490. Fixant le statut de la normalisation.

Note de service n° 84-177 du 18 mai 1984. BO n° 21 du 24 mai 1984, p. 1913. Filière électronique. Préparation de la rentrée 1984.

Note de service n° 84-229 du 2 juillet 1984. BO n° 28 du 12 juillet 1984, p. 2622. Travaux pratiques de sciences physiques dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M' et P, P'.

Arrêté du 18 mai 1984. BO n° 28 du 12 juillet 1984, p. 2543. Programmes des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M' et P, P'.

Arrêté du 5 juin 1984. BO n° 26 du 28 juin 1984, p. 2384. Modification de l'arrêté du 18 juillet 1983 relatif au recrutement à l'ENSET « section B1, B2, B3 et B4 » de candidats titulaires du DUT de technologie ou du BTS.

Arrêté du 19 juin 1984. BO n° 29 du 19 septembre 1984, p. 2700. Programmes applicables dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T' préparant au concours spécial d'entrée dans les grandes écoles scientifique.

Arrêté du 29 juin 1984. BO n° 31 du 6 septembre 1984, p. 2927. Programmes des classes de mathématiques supérieures Technologiques T et mathématiques spéciales technologiques T.

Note de service n° 84-229 du 2 juillet 1984. BO n° 28 du 12 juillet 1984, p. 2622. Travaux pratiques de sciences physiques dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', T', P, P'.

Arrêté du 22 février 1985. BO n° 19 du 8 mai 1985, p. 1514. Programmes des classes de mathématiques spéciales MM' et PP'.

Décret n° 85-547 du 20 mai 1985. JORF du 24 mai 1985, p. 5829. Relatif à l'organisation des procédures d'orientation dans les lycées.

Arrêté du 20 mai 1985. BO n° 23 du 6 juin 1985. Relatif aux voies d'orientation dans les lycées.

Arrêté du 13 juin 1985. BO n° 29 du 18 juillet 1985, p. 2015. Programmes des classes de mathématiques supérieures technologiques T et de mathématiques spéciales technologiques T.

Arrêté du 10 juillet 1985. BO n° 30 du 5 septembre 1985, p. 2108. Programmes de mathématiques applicables dans les classes de mathématiques spéciales techniques T' préparant au concours spécial d'entrée dans les grandes écoles scientifiques.

Décret n°85-788 du 24 juillet 1985. JORF du 28 juillet 1985, p. 8604. Relatif aux Écoles normales supérieures.

Arrêté du 1<sup>er</sup> décembre 1986. BO spécial n° 1 du 5 février 1987, p. 114. Introduction de l'enseignement de la technologie des systèmes automatisés et de la productique en classe de seconde des lycées.

Arrêté du 22 novembre 1985. BO n° 11 du 20 mars 1986, p. 1035. Horaires et programmes des classes de technologie et mathématiques supérieures et technologiques et mathématiques spéciales TA.

Loi de programme n° 85-1371 du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technique et professionnel.

Décret n° 86-378 du 7 mars 1986. BO n° 12 du 27 mars 1986, p. 1150. Création du baccalauréat technologique.

Décret n° 86-488 du 14 mars 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 5. Modification de décret n° 72-581 du 4 juillet 1972 relatif au statut particulier des professeurs certifiés.

Arrêté du 14 mars 1986. BO n° spécial du 5 février 1987, p. 106. Relatif à l'organisation des enseignements, aménagement des horaires et des programmes des disciplines de la classe de seconde des lycées.

Décret n° 86-499 du 15 mars 1986. JORF du 16 mars 1986, p. 4343. Fixant les règles particulières d'organisation et de fonctionnement de l'École normale supérieure de Cachan.

Instructions. BO n° 14 du 10 avril 1986, p. 1288. Instructions TSA.

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 19. Sections et modalités d'organisation du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 31. Sections et modalités d'organisation des concours d'entrée en cycle préparatoire au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Note du 20 juin 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 39. Programme et nature des épreuves des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Note du 20 juin 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 83. Programme et nature des épreuves des concours d'entrée en cycle préparatoire au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Arrêté du 22 mai 1986. BO n° 22 du 5 juin 1986, p. 1731. Suppression de l'enseignement manuel et technique dans les lycées.

Arrêté du 22 mai 1986. BO n° 22 du 5 juin 1986, p. 1731. Suppression de l'épreuve d'éducation manuelle et technique et modification de l'arrêté du 5 décembre 1969 modifié par l'arrêté du 19 mai 1983 relatif aux épreuves de baccalauréat de l'enseignement de second degré.

Arrêté du 20 mai 1986. JORF du 4 juin 1986, p. 6996. Relatif aux sections et aux modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

Arrêté du 17 juillet 1986. BO n° 30 du 4 septembre 1986, p. 2221. Programmes de mathématiques de la classe de technologie et mathématiques spéciales TA.

Arrêté du 1<sup>er</sup> décembre 1986. BO spécial n° 1 du 5 février 1987, p. 114. Introduction de l'enseignement de la technologie des systèmes automatisés et de la productique en classe de seconde des lycées.

Note de service n° 86-394 du 19 décembre 1986. BO n° 46 du 25 décembre 1986. Texte adressé aux recteurs.

Décret n° 87-506 du 8 juillet 1987. JORF du 9 juillet 1987, p. 7481. Relatif aux écoles normales supérieures et au Centre national d'enseignement technique de Cachan.

Arrêté du 17 juillet 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 1982. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques supérieures et programme d'informatique des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P et P'.

Arrêté du 17 juillet 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 1982. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques supérieures techniques T' et programme d'informatique des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technique T'.

Arrêté du 17 juillet 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 2152. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie et programme d'informatique applicable dans les classes de technologie et mathématiques supérieures et technologie et mathématiques spéciales TA.

Instruction n° 87-243 du 11 août 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 1982. Prise en compte de l'informatique dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P, P', T'.

Note de service n° 87-244 du 11 août 1987. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 1984. Horaire d'enseignement et horaire d'interrogations des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P, P', T'.

Note de service n° 87-244 du 11 août 1987 bis. BO n° 33 du 24 septembre 1987, p. 1984. Horaire d'enseignement et horaire d'interrogations des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales M, M', P, P', T'.

Arrêté du 22 avril 1988. BO supplément au n° 18 du 12 mai, tome I, p. 46. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et terminales conduisant au baccalauréat de la série E et aux baccalauréats technologiques F1, F2, F3, F4, F9, F10 option appareillage. Annexe II : programmes. Baccalauréat

Arrêté du 22 avril 1988. BO n° spécial 1 du 6 avril 1989, p. 1. Commentaires des programmes de technologie industrielle.

Arrêté du 22 avril 1988. JORF du 4 mai 1988, p. 6081. Relatif au Centre national d'enseignement technique de Cachan.

Arrêté du 22 avril 1988. JORF du 4 mai 1988, p. 6082. Relatif aux sections de lycée du Centre national d'enseignement technique de Cachan.

Arrêté du 22 avril 1988. JORF du 4 mai 1988, p. 6084. Relatif à l'organisation et au fonctionnement du centre de formation des professeurs de l'enseignement technique CFPET.

Arrêté du 25 avril 1988. BO supplément au n° 21 du 2 juin 1988, p. 165. Complément à l'arrêté du 25 avril 1988, relatif aux programmes des classes de première et des classes terminales des lycées d'enseignement général et technologiques.

Arrêté du 29 août 1988. BO n° 33 du 6 octobre 1988, p. 2123. Conditions d'admission à l'École normale supérieure de Cachan pour 1989.

Arrêté du 8 septembre 1988. BO n° 35 du 20 octobre 1988, p. 2309. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques supérieures et programme d'informatique applicable dans les classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technique T.

Arrêté du 16 septembre 1988. BO n° 35 du 20 octobre 1988, p. 2300. Modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques spéciales technique T'.

Arrêté du 16 septembre 1988. BO n° 34 du 13 octobre 1988, p. 2181. modification des programmes de mathématiques, physiques et chimie des classes de mathématiques spéciales M, M', P, P'.

Arrêté du 8 septembre 1988. BO n° 34 du 13 octobre 1988, p. 2152. Modification des programmes de mathématiques, physiques et de chimie, et programme d'informatique applicable dans les classes de technologie et mathématiques supérieures et technologie et mathématiques spéciales TA.

Note de service n° 88-235 du 20 septembre 1988. BO n° 34 du 13 octobre 1988, p. 2179. Travaux pratiques de physiques dans les classes de technologie et mathématiques supérieures et technologie et mathématiques spéciales TA.

Arrêté du 16 septembre 1988, rectificatif paru au BO n° 5 du 2 février 1989. Classes préparatoires.

Circulaire n° 88-354 du 21 décembre 1988. BO n° 1 du 5 janvier 1989. Relative à la préparation de la rentrée 1989 dans les collèges et les lycées.

Loi d'orientation n° 89-486 du 10 juillet 1989 sur l'éducation, dite loi Jospin. BO spécial n° 4 du 31 août 1989, p. 3

Note de service n° 89-167 du 11 juillet 1989. BO n° 29 du 22 juillet 1989. Définition de l'épreuve facultative de technologie industrielle (série A, B, C D, D') du baccalauréat du second degré.

Arrêté du 2 août 1989. BO spécial n° 5 du 31 août 1989, p. 3. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et terminales conduisant au baccalauréat de la série E.

Arrêté du 2 août 1989. BO spécial n° 5 du 31 août 1989, p. 73. Horaires et programmes des enseignements technologique des classes de première et des classes terminales conduisant aux baccalauréats technologiques F1, F2, F3, F4, F9, F10 (appareillage).

Décret n° 90-179 du 23 février 1990. JORF n° 50 du 28 février 1990, p. 2512. Instituant le Conseil national des programmes.

Décret n° 91-545 du 10 juin 1991. Attributions du secrétaire d'État à l'enseignement technique.

Note de service n° 90-138 du 25 juin 1990. BO n° 29 du 19 juillet 1990, p. 1607. Mission et organisation de l'inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale pour l'année scolaire et universitaire 1990-1991.

Note de service n° 90-139 du 25 juin 1990. BO n° 29 du 19 juillet 1990, p. 1608. Mission figurant au programme de l'inspection générale de l'Éducation nationale pour l'année scolaire 1990-1991.

Note de service n° 90-143 du 25 juin 1990. BO n° 29 du 19 juillet 1990, p. 1609. Mission et organisation de l'activité des inspecteurs pédagogiques régionaux

Décret n° 90-675 du 18 juillet 1990. BO n° 33 du 13 septembre 1990, p. 1941. Statuts particuliers des inspecteurs pédagogiques régionaux

Décret n° 90-676 du 18 juillet 1990. BO n° 33 du 13 septembre 1990, p. 1940. Statuts d'emploi des inspecteurs d'académie, directeurs départementaux de l'Éducation nationale et des inspecteurs d'académie adjoints.

Décret n° 90-867 du 28 septembre 1990. JORF n° 226 du 29 septembre 1990, p. 11839. Fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des instituts universitaires de formation des maîtres.

Arrêté du 17 octobre 1991. JORF n° 7 du 9 janvier 1992. Modifiant le programme de productique de l'option technologie industrielle de la classe de seconde des lycées de l'arrêté du 1<sup>er</sup> décembre 1986.

Décret n° 92-57 du 17 janvier 1992 modifiant le décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 922. Relatif à l'organisation des formations dans les lycées.

Arrêté du 17 janvier 1992. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 925. Relatif aux voies d'orientation.

Arrêté du 17 janvier 1992. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 926. Relatif à l'organisation et aux horaires d'enseignement applicables en seconde professionnelle et en terminale de brevets d'études professionnelles.

Arrêté du 17 janvier 1992. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 926. Portant organisation des classes de première et des classes terminales des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole.

Arrêté du 17 janvier 1992. JORF n° 16 du 19 janvier 1992, p. 926. Relatif à l'organisation et aux horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole.

Conseil national des programmes. BO n° 8 du 20 février 1992, p. 478. Déclaration du conseil national des programmes sur l'enseignement des sciences expérimentales.

Charte des programmes. BO n° 8 du 20 février 1992, p. 487. Charte des programmes.

Décret n° 92-300 du 31 mars 1992. JORF n° 78 du 1<sup>er</sup> avril 1992, p. 4527. Modifiant le Décret n° 62-1173 du 29 septembre 1962 modifié portant réforme du baccalauréat de l'enseignement du second degré.

Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10285. Définissant les programmes des enseignements des classes de première et terminale des lycées conduisant au baccalauréat technologique de la série Sciences et technologies industrielles (S.T.I.).

Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10286. Relatif aux programmes de la classe de seconde générale et technologique.

Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10291. Relatif aux programmes des disciplines des classes de première des séries ES, L et S et de technologie industrielle des classes de première et terminale de la série S.

Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n° 176 du 31 juillet 1992, p. 10290. Relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat général.

Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 3. Programme de technologie des systèmes automatisés (TSA) classe de seconde générale et technologique

Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 104. Relatif aux programmes des disciplines des classes de première des séries ES, L et S et de technologie industrielle des classes de première et terminale de la série S.

Arrêté du 27 août 1992. JORF n° 211 du 11 septembre 1992, p. 12519. Relatif à la terminologie de l'éducation.

Circulaire n° 93-154 du 12 mars 1993. BO n° 19 du 3 juin 1993. Relative à la rénovation pédagogique des lycées.

Décret n° 93-460 du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars 1993, p. 4743. Portant règlement général du baccalauréat général.

Décret n° 93-459 du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars 1993, p. 4741. Portant règlement général du baccalauréat technologique.

Arrêté du 24 mars 1993. JORF n° 72 du 26 mars 1993, p. 4755. Créant au baccalauréat technologique, série Sciences et technologies industrielles (S.T.I.), une spécialité Génie des matériaux et complétant l'arrêté du 10 juillet 1992 fixant l'organisation et les horaires des enseignements dans cette série de baccalauréat technologique, ainsi que transformant certains brevets de technicien en baccalauréat technologique de cette même série, spécialité Génie des matériaux une spécialité Génie des matériaux.

Circulaire n° 93-211 du 24 mai 1993. BO n° 19 du 3 juin 1993. Relative à la rénovation pédagogique des lycées à partir de la rentrée 1993 : modification apportée à l'organisation de la classe de première.

Décret n° 93-1092 du 15 septembre 1993. JORF n° 217 du 17 septembre 1993, p. 12990. Portant règlement général du baccalauréat général.

Décret n° 93-1093 du 15 septembre 1993. JORF n° 216 du 17 septembre 1993, p. 12991. Portant règlement général du baccalauréat technologique.

Arrêté du 15 septembre 1993. JORF n° 216 du 17 septembre 1993, p. 13001. Relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et terminales des lycées, sanctionnés par le baccalauréat général.

Arrêté du 15 septembre 1993. JORF n° 216 du 17 septembre 1993, p. 12996. Relatif aux épreuves du baccalauréat général à compter de la session de 1995.

Décret n° 93-1093 du 15 septembre 1993. JORF n° 217 du 17 septembre 1993. Portant règlement du baccalauréat technologique.

Arrêté du 20 septembre 1993. BO n° 35 du 21 octobre 1993. Programme de l'option 3 heures Technologie Industrielle classes de première et terminales. JORF du 29 septembre 1993, p. 13531.

Note de service n° 94-209 du 19 juillet 1994. BO spécial n° 10 du 28 juillet 1994, p. 19. Définition des épreuves écrites et orales des baccalauréats général et technologique à compter de la session 1995.

Arrêté du 4 novembre 1994. Diplôme national de technologie spécialisé DNTS.

Décret n° 94-1015 du 23 novembre 1994. JORF n° 274 du 26 novembre 1994, p. 16773. Relatif à l'organisation et au fonctionnement des classes préparatoires aux grandes écoles organisées dans les lycées relevant des ministres chargés de l'éducation, de l'agriculture et des armées. □

Arrêté du 29 décembre 1994. BO n° 48 du 29 décembre 1994. Relatif aux diplômes et titre délivrés dans les établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel au sein des instituts universitaires professionnalisés.

Décret n° 94-1204 du 29 décembre 1994. Relatif aux instituts universitaires professionnalisés.

Arrêté du 10 février 1995. JORF n° 59 du 10 mars 1995, p. 3781. Définissant la nature des classes composant les classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles.

Arrêté du 10 février 1995. BO n° 1 du 20 juillet 1995, p. 110. Fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense.

Arrêté du 22 février 1995. Fixant les programmes pour chaque cycle de l'école primaire.

Arrêté du 3 juillet 1995. BO n° 2 du 27 juillet 1995. Programmes de Physiques, Technologie, et Sciences de l'Ingénieur « PTSI ».

Note de service n° 95-164 du 12 juillet 1995. BO hors série n° 1, volume 1 du 20 juillet 1995. Présentation générale des programmes des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles.

Arrêté du 9 octobre 1995. JORF du 18 octobre 1995, p. 15140. Modifiant l'arrêté du 10 février 1995 fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense.

Arrêté du 9 octobre 1995. JORF du 18 octobre 1995, p. 15141. Définissant les objectifs de la formation et le programme des classes préparatoires de première et seconde année mathématique et technologie (MT).

Arrêté du 20 juin 1996. BO n° 3 du 18 juillet 1996, p. 789. Programmes de Physiques et Technologie, PT et PT\*.

Arrêté du 20 juin 1996. BO n° 3 du 18 juillet 1996, p. 940. Travaux d'initiative personnelle encadrés hors BCPST.

Instruction n° 95-251 du 7 novembre 1995. BO n° 3 du 18 juillet 1996, p. 969. Prise en compte de l'informatique en classes préparatoires de MPSI, PCSI, PTSI, MP, PC, PSI, PT, TPC, TSI.

Arrêté du 9 avril 1997. BO n° 16 du 17 avril 1997. Relatif au diplôme d'études universitaires générales, à la licence et à la maîtrise, dit arrêté Bayrou.

Arrêté du 10 octobre 1997. BO n° 2 du 9 avril 1997, p. 1078. Organisation générale et horaire des classes préparatoires scientifiques.

Arrêté du 18 mars 1999. JORF n° 75 du 30 mars 1999, p. 4698. Relatif à l'organisation et aux horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole.

Arrêté du 18 mars 1999. JORF n° 75 du 30 mars 1999, p. 4699. Relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et terminales des lycées sanctionnés par le baccalauréat général.

Décret n° 99-747 du 30 août 1999. BO n° 31 du 7 septembre 1999. Relatif à la création du grade de master.

Arrêté du 17 novembre 1999. BO n° 44 du 9 décembre 1999. Relatif à la licence professionnelle.

Arrêté du 31 juillet 2000. JORF du 20 août 2000. Programmes applicables en seconde à partir de l'année scolaire 2000-2001 puis à partir de l'année scolaire 2001-2002.

Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 2 du 30 août 2001, p. 38. Relatif aux enseignements de mesures physiques et informatique, initiation aux sciences de l'ingénieur, informatique et systèmes de production, de la classe de seconde générale et technologique pour application à partir de l'année scolaire 2001-2002.

Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 3 du 30 août 2001, p. 71. Relatif aux programmes des sciences de l'ingénieur, classes de première et terminales.

Note de service n° 2002-141 du 27 juin 2002. BO n° 27 du 4 juillet 2002. Fixant la définition de l'épreuve de sciences de l'ingénieur, classes de première et terminales.

Décret n° 2002-482 du 8 avril 2002. BO n° 17 du 25 avril 2002. Application au système français d'enseignement supérieur de la construction de l'Espace européen de l'enseignement supérieur.

Note de service n° 2002-141 du 27 juin 2002. BO n° 27 du 4 juillet 2002. Épreuve de sciences de l'ingénieur au baccalauréat général, série S, à compter de la session 2003.

Note de service n° 2002-153 du 17 juillet 2002. BO n° 30 du 25 juillet 2002. Thèmes nationaux pour les TPE dans le cycle terminal de la série scientifique à orientation sciences de l'ingénieur.

Arrêté du 23 avril 2002. JORF n° 101 du 30 avril 2002. Licence.

Arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2003. BO hors série organisation et programme des classes préparatoires aux grandes écoles n° 6 du 28 août 2003 volume 11, p. 1358. Programme de première année des classes préparatoires scientifiques, mathématiques, physiques et sciences de l'ingénieur (MPSI), physique, chimie et sciences de l'ingénieur (PCSI), physique, technologie et sciences de l'ingénieur (PTSI).

Arrêté du 18 décembre 2003. BO n° 3 du 15 janvier 2004. Diplôme national de technologie spécialisé. DNTS. Préparation à titre expérimental du DNTS dans certains établissements.

Arrêté du 14 juin 2004. BO hors série n° 6 du 16 septembre 2004. Volume 13-1, p. 1564. Programmes de seconde année de mathématique des classes préparatoires économiques et commerciales (options scientifique, économique et technologique), de mathématique, de sciences physiques et chimiques.

Arrêté du 14 juin 2004. BO hors série n° 6 du 16 septembre 2004. Volume 13-2, p. 1757, p. 1764, p. 1773. Programmes de seconde année de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires mathématiques, physique (MP), physique et sciences de l'ingénieur (PSI), physique et technologie (PT).

Arrêté du 14 février 2005. BO n° 11 du 17 mars 2005. Enseignement de l'option facultative de découverte professionnelle trois heures hebdomadaires en classe de troisième et enseignement du module de découverte professionnelle six heures hebdomadaires en classe de troisième.

Arrêté du 4 juillet 2005. JORF 16 juillet 2005, texte 21 sur 123. Relatif aux programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur pour les classes préparatoires de première et seconde année de technologie et sciences industrielles (TSI).

Loi n° 2005-380 du 23 avril 2005 d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école. BO n° 18 du 5 mai 2005.

Décret n° 2005-996 du 17 août 2005. BO n° 31 du 1<sup>er</sup> septembre 2005. Règlement général du baccalauréat technologique. La série STT devient STG.

Loi de programme n° 2006-450 du 18 avril 2006 pour la recherche.

Arrêté du 29 juillet 2005. BO n° 31 du 1<sup>er</sup> septembre 2005. Épreuves du baccalauréat général (TPE).

Décret du 11 juillet 2006. BO du 20 juillet 2006. Relatif au socle commun de connaissances et de compétences et modifiant le code de l'éducation.



Décret n° 2007-540 du 11 avril 2007. Modifiant le décret n° 95-665 du 9 mai 1995 relatif au règlement général du brevet de technicien supérieur.

Décret n° 2007-692 du 3 mai 2007. Modifiant le Décret n° 94-1015 du 23 novembre 1994 relatif à l'organisation et au fonctionnement des classes préparatoires aux grandes écoles organisées dans les lycées relevant des ministres chargés de l'éducation, de l'agriculture et des armées.

Arrêté du 7 août 2006. Relatif à la formation doctorale.

Loi n° 2007-1199 du 10 août 2007 relative aux libertés et responsabilités des universités, dite loi LRU

Décret n° 2008-265 du 17 mars 2008. Modifiant le décret n° 84-1004 du 12 novembre 1984 relatif aux instituts universitaires de technologie.

Arrêté du 19 juin 2008. BO n° 27 du 3 juillet 2008. Nomination. Doyens des groupes permanents et spécialisés de l'inspection générale de l'éducation nationale.

Arrêté du 9 juin 2008. BO hors série n° 3 du 19 juin 2008. Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire.

Arrêté du 9 juillet 2008. BO spécial n° 6 du 28 août 2008. Programmes des enseignements de mathématiques, de physique.

Arrêté du 10 février 2009. BO spécial n° 2 du 19 février 2009. Enseignements dispensés dans les formations sous statut scolaire préparant au baccalauréat professionnel.

Arrêté du 9 juillet 2009. BO n° 31 du 27 août 2009. Modalités d'attribution du diplôme national du brevet.

Arrêtés des 27 janvier et 1<sup>er</sup> février 2010. BO spécial n° 1 du 4 février 2010. Organisation et horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole.

Arrêtés des 27 janvier et 1<sup>er</sup> février 2010. BO spécial n° 1 du 4 février 2010. Organisation et horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole. Annexe : disciplines et horaires.

Arrêté du 27 mai 2010. JORF n° 122 du 29 mai 2010, p. 9716. Portant organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) et sciences et technologies de laboratoire (STL).

Décret n° 2010-565 du 27 mai 2010. BO spécial n° 6 du 24 juin 2010. Enseignements du second degré des voies générale et technologique.

Arrêté du 14 juin 2010. BO n° 27 du 8 juillet 2010. Livret personnel de compétences.

Circulaire n° 2010-087 du 18 juin 2010. BO n° 27 du 8 juillet 2010. Mise en œuvre du livret personnel de compétences.

Arrêté du 21 juillet 2010. BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique.

Note de service n° 2010-257 du 31 décembre 2010. BO spécial n° 1 du 27 janvier 2011. Concours externes du Capet et concours externes Cafep-Capet, concours internes du Capet et concours internes Caer-Capet.

Circulaire n° 2011-038 du 4 mars 2011. Promotion des disciplines scientifiques et technologiques « Une nouvelle ambition pour les sciences et les technologies à l'École ».

Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n° 3 du 17 mars 2011, p. 35. Enseignements technologiques transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et écoconception.

Arrêté du 17 mars 2011. JORF n° 78 du 2 avril 2011, p. 5884. Modifiant certaines modalités d'organisation des concours de recrutement de personnels enseignants du second degré relevant du ministre chargé de l'éducation nationale CAPET, section sciences industrielles de l'ingénieur.

Note de service n° 2011-069 du 29 avril 2011. BO n° 19 du 12 mai 2011. Concours externes du Capet et Cafep-Capet et concours internes du Capet et Caer-Capet Section sciences industrielles de l'ingénieur.

Circulaire n° 2011-071 du 2 mai 2011. BO n° 18 du 5 mai 2011. Préparation de la rentrée 2011.

Circulaire n° 2011-089 du 14 juin 2011. BO n° 26 du 30 juin 2011. Enseignement intégré de science et technologie. Orientations pour sa mise en œuvre en classe de sixième.

Arrêté du 22 juillet 2011. JORF du 25 août 2011, texte 30. Modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 modifié relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995 et l'arrêté du 17 mars 1994 modifié complétant et modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995.

Circulaire n° 2011-127 du 26 août 2011. Classe de quatrième. Dispositifs en alternance.

Décret n° 2011-1196 du 26 septembre 2011. JORF n° 225 du 28 septembre 2011, p. 16331. Relatif aux épreuves facultatives du baccalauréat technologique.

Circulaire n° 2011-215 du 1<sup>er</sup> décembre 2011. BO n° 46 du 15 décembre 2011. Chefs de travaux. Fonctions.

Note. BO n° 1 du 5 janvier 2012. Cycle des apprentissages fondamentaux. Progressions pour le cours préparatoire et le cours élémentaire première année. Cycle des approfondissements. Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen.

Décret n° 2012-222 du 15 février 2012. JORF n° 41 du 17 février 2012, p. 2788, texte n° 16. Relatif aux dispositifs d'alternance personnalisés durant les deux derniers niveaux de l'enseignement au collège.

## Autres sources

Académie des sciences. (1980). Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France. Rapport au président de la République. Paris : La Documentation française.

AECSE (2005). Construction déconstruction du collège unique : les enjeux de l'école moyenne. 26, 27 et 28 octobre 2005. AECSE (Association des enseignants et chercheurs en sciences de l'éducation). Université Paris 8, Centre Scientifique et Technologique de l'IUFM de Créteil à Saint-Denis. [http://www.aecse.net/cgi-bin/prog/gateway.cgi?langue=fr&password=&email=&dir=myfile\\_colloque&type=jhg54gfd98gfd4fgd4gfdg&id=591&file=livre\\_escol.pdf](http://www.aecse.net/cgi-bin/prog/gateway.cgi?langue=fr&password=&email=&dir=myfile_colloque&type=jhg54gfd98gfd4fgd4gfdg&id=591&file=livre_escol.pdf)

APTE. Diagramme-bloc. Site Wikipédia. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc\\_diagramme\\_apt.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc_diagramme_apt.jpg)

ArTèque. <http://artheque.ens-cachan.fr/>

Baccalauréat professionnel. <http://www.cncp.gouv.fr/grand-public/resultat>

Brochure 443 Pg/TE. 100 Te-§ 3/C. (1956). Écoles nationales professionnelles – Programmes particuliers – Section théorique industrielle – Préparation au Baccalauréat Technique et aux Écoles Nationales d'Ingénieurs Arts et Métiers. Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Institut pédagogique national (IPN).

Brochure DET, direction de l'enseignement technique (1949a). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique. *Technique Art Science*, 1, 61-63.

Brochure DET, Direction de l'enseignement technique (1949b). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique (suite). *Technique Art Science*, 3, 61-64.

Brochure DET, direction de l'enseignement technique (1949c). Les méthodes d'apprentissage de l'enseignement technique (suite et fin). *Technique Art Science*, 4, 62-64.

CEREQ. Centre d'étude et de recherche sur les qualifications. <http://www.cereq.fr/>

CERPET (2011). *Lave linge*. Diaporama de présentation du langage SysML réalisé en collaboration avec l'équipe de formateurs de l'académie de Rouen.

CGT (1931) Compte rendu du congrès de la CGT. [http://www.ihs.cgt.fr/IMG/pdf/31\\_-\\_1931\\_-\\_Congres\\_Paris.pdf](http://www.ihs.cgt.fr/IMG/pdf/31_-_1931_-_Congres_Paris.pdf)

Commission des titres d'ingénieurs (2010). *Références et Orientations. Compléments sur les critères de qualité des formations, Rapport de la CTI à l'issue de la campagne d'habilitation 2008-2009*. Cahier complémentaire. Partie 3, janvier 2010.

Commission pédagogique du SNET (1945). La réforme de l'enseignement. *Le Travailleur de l'enseignement technique*, 8, 2-3.

Commission pédagogique du SNET, (1945). La réforme de l'enseignement. *Le Travailleur de l'enseignement technique*, 9, 7.

Commissions professionnelles consultatives (CPC). <http://eduscol.education.fr/cid46815/cpc.html>

Conférence des grandes écoles (2012). Les voies d'accès aux Grandes Écoles de la CGE - Diversité des origines et des profils - Diversité des origines et des profils.

Conseil national des programmes (1990). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Premier rapport*. Novembre 1990. Ministère de l'Éducation nationale.

Conseil national des programmes (1990). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Synthèse*. Novembre 1990. Ministère de l'Éducation nationale.

Conseil national des programmes (1991). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Second rapport*. Mars 1991. Ministère de l'Éducation nationale.

CRDP Paris. <http://crdp.ac-paris.fr/>

Dictionnaire juridique. <http://www.dictionnaire-juridique.com/definition/norme-normatif-normative.php>

Eduscol DEGESCO (2009). *Collège - Technologie – Ressources pour faire la classe*. Direction générale de l'enseignement scolaire – bureau des programmes d'enseignement. Ministère de l'Éducation nationale. <http://eduscol.education.fr/cid47510/ressources.html>

Éduscol. Réforme du lycée : ce qui change. <http://www.eduscol.education.fr/cid49773/reforme-du-lycee.html>

Gallica bibliothèque numérique de la bibliothèque nationale de France. <http://gallica.bnf.fr/>

GTD génie mécanique (1991). La technologie dans la voie scientifique et technologique - Le point de vue du GTD génie mécanique. *Technologies & Formations*, 40, 12-16.

Guide de légistique. [http://www.legifrance.gouv.fr/html/Guide\\_legistique\\_2/sommaire\\_guide\\_leg.htm](http://www.legifrance.gouv.fr/html/Guide_legistique_2/sommaire_guide_leg.htm)

Inspection générale des sciences et techniques industrielles (1979). Recommandations pédagogiques. Étude des automatismes dans les classes de BTn F1, F2, F3, F10. *Techniques industrielles*, 107, 31-33.

Journal de l'année. Édition 1980. Du 1<sup>er</sup> juillet 1979 au 30 juin 1980. [http://www.larousse.fr/archives/journaux\\_annee/1980/310/education](http://www.larousse.fr/archives/journaux_annee/1980/310/education).

Légifrance. <http://www.legifrance.com/home.jsp>

Mentor

[https://mentor.adc.education.fr/exl\\_php/cadcgp.php?NOM=cadic\\_anonyme&PASSE=&FROM\\_LOG\\_IN=1&CMD=CHERCHE&query=1&MODELE=vues%2Fmentor%2Fhome.html&TABLE=COM\\_DOC&SOURCE=SearchServer\\_3.0&NOMFONDS=Exlibris+WEB&SELF=&URL\\_REQUETE](https://mentor.adc.education.fr/exl_php/cadcgp.php?NOM=cadic_anonyme&PASSE=&FROM_LOG_IN=1&CMD=CHERCHE&query=1&MODELE=vues%2Fmentor%2Fhome.html&TABLE=COM_DOC&SOURCE=SearchServer_3.0&NOMFONDS=Exlibris+WEB&SELF=&URL_REQUETE)

Ministère de l'Éducation nationale (1945). Direction de l'enseignement technique. Sous direction de l'apprentissage. Instruction sur les programmes et les méthodes des centres d'apprentissages de garçons.

Ministère de l'Éducation nationale (1945). *Programmes des études dans les collèges techniques d'industrie pour jeunes gens*. Paris : Imprimerie nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (1947). Baccalauréat technique. (Ministère de l'Éducation nationale). *Technique Arts Science*, 9, 63.

Ministère de l'Éducation nationale (1947). Épreuves de dessin technique. (Ministère de l'Éducation nationale). *Technique Arts Science*, 10, 62.

Ministère de l'Éducation nationale (1953). Programmes des ENP : métiers de la mécanique. Conforme à l'arrêté du 20 mai 1953. BO du 4 juin 1953, p. 1599.

Ministère de l'Éducation nationale (1958). Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Panorama de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (1958). *Panorama de l'enseignement technique*. Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (1974). Concours général de construction de la classe de terminale E. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45. (p. 42).

Ministère de l'Éducation nationale (1974). Concours général de construction des classes de première F1, F2 et F3. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45.

Ministère de l'Éducation nationale (1978). Certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur) concours interne session 1978. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 215, 37-38.

Ministère de l'Éducation nationale (1982). Concours général 1982. Épreuve de construction classe terminale E. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 2376, 41-43.

Ministère de l'Éducation nationale (1986). *Les lycées demain. Les nouveaux baccalauréats*. Paris : CNDP et le Livre de poche.

Ministère de l'Éducation nationale (1991). *Rénovation pédagogique des lycées Propositions et décisions. Conférence de presse du 22 avril et 25 juin 1991*. Direction des lycées et collèges. Direction de l'information et de la communication. Ministère de l'Éducation nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (1995). *Classes préparatoires aux grandes écoles. Rentrée 1995. Admissions Études Débouchés. Des nouveautés*. Ministère de l'Éducation nationale : ONISEP.

Ministère de l'Éducation nationale (1995). *Classes préparatoires scientifiques filières PTSI – PT. Guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles*. Ministère de l'Éducation nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (2002). *Accompagnement des programmes. Initiation aux sciences de l'ingénieur. Informatique et systèmes de production. (Classe de seconde générale et technologique). Sciences de l'ingénieur (cycle terminal de la série scientifique)*. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP.

Ministère de l'Éducation nationale (2003). *BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques. Livret d'accompagnement Repères pour la formation et l'évaluation*. Ministère de l'Éducation nationale.

Ministère de l'Éducation nationale (2011). Rapport n° 2011-010 (février 2011) de l'IGEN et de l'IGAENR : Mise en œuvre de la réforme des lycées d'enseignement général et technologique.

Ministère de l'Éducation nationale (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Enseignements technologiques transversaux et enseignements spécifiques (série STI2D)*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO).

Ministère de l'Éducation nationale (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Série S : enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO). [www.eduscol.education.fr/](http://www.eduscol.education.fr/)

Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports (1991). *Quel lycée pour demain ? Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution du lycée*. Paris : CNDP et le Livre de poche.

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20122/formations-et-diplomes.html>

Ministère de la culture, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2004). *Processus de Bologne... vers un espace européen de l'enseignement supérieur*. Luxembourg : CEDIS. [http://www.mesr.public.lu/enssup/dossiers/bologne/processus\\_bologne.pdf](http://www.mesr.public.lu/enssup/dossiers/bologne/processus_bologne.pdf)

Note de présentation. Projet d'arrêté relatif au nouveau programme de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires scientifiques de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS). Ce projet est disponible sur le site du SNES : <http://www.snes.edu/Projet-de-programme-de-SII-en-ATS.html>.

Onisep : <http://www.onisep.fr/Choisir-mes-etudes/Apres-le-bac/Filieres-d-etudes/Licences-generales-mode-d-emploi/Les-licences-de-sciences-et-technologies>

Onisep. Fiches post bac. Après un bac pro.  
<http://www.onisep.fr/var/onisep/storage/original/application/3b9fe4b7d257d2b60968a7049d756b7e.pdf>

Programmes dans les collèges techniques d'industrie de jeunes filles. (1947). Paris : Foucher.

Programmes dans les collèges techniques d'industrie de jeunes gens. (1945). Paris : Foucher.

Rapport n° 1087. Assemblée nationale – séance du 29 octobre 1964, p. 4193. <http://archives.assemblee-nationale.fr/2/cri/1964-1965-ordinaire1/032.pdf>

Rédaction de la revue *Technologies & Formations* (1987). In Perrin Jacques (1987). Vocabulaire de l'analyse de la valeur. *Technologies & Formations*, 23, 25-27.

Rédaction de la revue *Technologies & Formations* (1987). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27. (p. 26).

Sections de techniciens supérieurs (S.T.S.). <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55190/65-projets-pour-renover-les-sections-de-techniciens-superieurs-s.t.s.html>

Séminaire sur l'enseignement des sciences pour l'ingénieur en CPGE, sous la responsabilité de Norbert Perrot, inspecteur général de l'Éducation nationale, doyen du groupe STI et de Claude Bergmann, inspecteur général de l'Éducation nationale. Diaporama. 9 juillet 2009, CERPET Paris.

## Normes

ADEPA (1979). « Le GRAFCET », diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26.

AFCET (1977). Rapport final de la Commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automate logique. Groupe de travail AFCET « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22.

FD X 50-100 (1987). Analyse fonctionnelle – Outil interdisciplinaire de compétitivité.

FD X 50-101 (1995). Analyse fonctionnelle - l'analyse fonctionnelle outil interdisciplinaire de compétitivité.

FD X 50-153 (1985). Analyse de la valeur – Recommandation pour sa mise en œuvre.

FD X 50-153 (2009). Analyse de la valeur – Recommandation pour sa mise en œuvre.

FD X50-158 (2007). Management par la Valeur - Apports du Management par la valeur aux processus de l'entreprise.

NF C 03-190 (1982). Schémas, diagrammes, tableaux. Norme. Diagramme fonctionnel GRAFCET pour la description des systèmes logiques de commande. Adopté le 20 novembre 1981.

NF E 04 015 (1974). Liaisons mécaniques élémentaires.

NF EN 12973 (2000). Management par la valeur (Indice de classement X 50-154).

NF EN 1325-1 (1996). Vocabulaire du management par la valeur, de l'analyse de la valeur et de l'analyse fonctionnelle - Partie 1 : analyse de la valeur et Analyse fonctionnelle (Indice de classement X 50-150-1).

NF EN 1325-2 (2005). Vocabulaire du management par la valeur, de l'analyse de la valeur et de l'analyse fonctionnelle - Partie 2 : Management par la valeur Remplace NF X 50-150 (Indice de classement X 50-150-2).

NF X 50-100 (1996). Analyse fonctionnelle – Caractéristiques fondamentales.

NF X 50-150 (1985). Analyse de la valeur – Vocabulaire - Norme expérimentale.

NF X 50-150 (1990). Analyse de la valeur, Analyse Fonctionnelle – Vocabulaire - Remplace la norme expérimentale NF X 50-150 de mai 1985.

NF X 50-151 (1984). Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel - (Expression fonctionnelle du besoin) - Norme expérimentale.

NF X 50-151 (1991). Analyse de la valeur, Analyse Fonctionnelle – Management par la valeur – Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel - Remplace la norme expérimentale de juin 1984.

NF X 50-151 (2007). Management par la valeur – Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel.

NF X 50-152 (1985). Analyse de la valeur – Caractéristiques fondamentales - Norme expérimentale.

NF X 50-152 (1990). Analyse fonctionnelle – Caractéristiques fondamentales - Remplace la norme expérimentale X 50-152 de mai 1985.

NF X 50-152 (2007). Management par la valeur –Caractéristiques fondamentales de l'analyse de la valeur.

NF X 50-400 (2009). Management des systèmes – référentiel cadre (norme expérimentale).

## Archives

1990088 Art.1. (Fontainebleau). Conseil supérieur de l'Éducation nationale. PV de la session des 24 et 25 février 1949.

1990088. Art.1. (Fontainebleau). Conseil supérieur de l'Éducation nationale. PV de la réunion des 26 et 27 janvier 1948.

71/AJ63. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement (commission Langevin-Wallon).

71/AJ63. Commission pour la réforme de l'enseignement (commission d'Alger, 1944).

71/AJ64. Commission d'étude pour la réforme de l'enseignement (commission Langevin-Wallon).

AD XIX D 210. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1901). Programme du concours pour le certificat d'aptitude au professorat industriel et au professorat commercial dans les écoles pratiques de commerces et d'industrie. 29 p.

AD XIX D 211. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1902). Ordonnances, décrets, arrêtés et circulaires. Écoles nationales d'Arts et Métiers. 104 p.

AD XIX D 212. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et des télégraphes. Direction de l'enseignement technique. (1903). Écoles pratiques de commerce et d'industrie. Paris : Imprimerie nationale. 198 p.

AD XIX D 215. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Programmes des cours des Écoles nationales professionnelles. 108 p.

AD XIX D 216. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Lois, décrets et arrêtés relatifs à la création et à l'organisation générale des Écoles nationales professionnelles. 109 p.

AD XIX D 220 A. Brochure : programme des cours des Écoles nationales d'Arts et Métiers. 1880, 83 p.

AD XIX D 220 B/1. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Programmes des cours des écoles d'industrie de garçons. 75 p.

AD XIX D 220 B/2. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1902). Programme des cours des écoles d'industrie de filles. 66 p.

Archives personnelles de Hamon Christian

Archives personnelles de Lebeaume Joël

Archives personnelles de Sido Xavier

F/17/14319. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1897). Programme des cours des écoles nationales Arts et Métiers. 57 p.

F/17/9780. Ministère de l'instruction publique, des beaux arts, et des cultes. (1893). Décret et arrêtés du 21 janvier 1893. Programmes de l'enseignement primaire supérieur. (Écoles de garçons).

F17/14319. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et télégraphes, (non daté). Comité d'enseignement industriel. Révision des programmes des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Rapport au conseil de perfectionnement.

F17/14319. Ministère du commerce, de l'industrie des postes et télégraphes. (1897). Programmes des cours des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Paris : Imprimerie nationale.

F17/17511. Commission d'étude ministérielle des programmes scientifiques. Commission Chatelet chargée de réviser et coordonner les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles dans les lycées et collèges (1949-1956).

## Liste des acronymes

AAEE-ENS Cachan	Association des anciens élèves et des élèves des sections normales de l'École normale supérieure de l'enseignement technique et de l'École normale supérieure de Cachan
AC	Architecture et construction
ADEPA	Agence nationale pour le développement de la production automatisée
ADPSTI	Association des professeurs de sciences et techniques industrielles
AFAV	Association française pour l'analyse de la valeur
AFCET	Association française pour la cybernétique économique et technique
AFDET	Association française pour le développement de l'enseignement technique
AFNOR	Association française de la normalisation
APAVE	Association des propriétaires d'appareils à vapeur et électriques
API	Automate programmable industriel
APTE	Application des techniques d'entreprises
APTEP	Association des professeurs de technologie de l'enseignement public
ATS	Technologie industrielle pour techniciens supérieurs
BEI	Brevet d'enseignement industriel
BEP	Brevet d'études professionnelles
BEPC	Brevet d'enseignement du premier cycle
BES	Brevet d'enseignement social
BO	<i>Bulletin officiel</i>
BOEN	<i>Bulletin officiel de l'Éducation nationale</i>
BSEPS	Brevet supérieur de l'enseignement primaire supérieur
BT	Brevet de technicien
BTn	Baccalauréat de technicien
BTS	Brevet de technicien supérieur
CA	Centre d'apprentissage
CAEC	Certificat d'aptitude à l'enseignement dans les collèges techniques
CAEP	certificat d'aptitude à l'enseignement pratique
CAET	Certificat d'aptitude à l'enseignement technique
CAETP	Certificat d'aptitude à l'enseignement technique pratique
CAFPTA-LT	Certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques
CAO	Conception assistée par ordinateur
CAP	Certificat d'aptitude professionnelle
CAPES	Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré
CAPET	Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique
CEG	Collège d'enseignement général
CEP	Certificat d'éducation professionnelle
CEPT	Comité d'études pédagogiques et techniques
CERMO	Centre d'études et de recherches sur la machine-outil
CES	Collège d'enseignement secondaire

CET	Collège d'enseignement technique
CETIM	Centre technique des industries mécaniques
CFPTA	Centre de formation des professeurs techniques adjoint
CGE	Conférence des grandes écoles
CGT	Confédération générale du travail
CIM	Conception et industrialisation en microtechniques
CIT	Création et innovation technologiques
CNC	Commande numérique par ordinateur
CNED	Centre national d'enseignement à distance
CNET	Centre national de l'enseignement technique
CNPC	Commission nationale professionnelle consultative
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COPRET	Commission permanente de réflexion sur l'enseignement de la technologie
CPA	Classe préparatoire à l'apprentissage
CPC	commission professionnelle consultative
CP-CAPET	Cycle préparatoire au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique
CPGE	Classes préparatoires aux grandes écoles
CPI	Conception de produits industriels
CPN	Commission pédagogique nationale
CPPN	Classe pré-professionnelle de niveau
CPR	Centres pédagogiques régionaux
CRP	Création et réalisation de produits
CSE	Conseil supérieur de l'Éducation
CT	Collège technique
CTI	Commission des titres d'ingénieurs
DAA	Design et arts appliqués
DAO	Dessin assisté par ordinateur
DEB	Diplôme d'élève breveté
DEGESCO	Direction générale de l'enseignement scolaire
DET	Direction de l'enseignement technique
DFES	Diplôme de fin d'études secondaires
DGOPS	Direction générale de l'organisation et des programmes scolaires
DLC	Direction des lycées et collèges
DPESO	Direction de la pédagogie des enseignements scolaires et de l'orientation
DSES	Diplôme supérieur des Écoles supérieures de commerce
DUT	Diplôme d'études universitaires
EE	Énergie et environnement
EIST	Enseignement intégré de science et technologie
EMT	Éducation manuelle et technique
ENAM	Écoles nationales d'Arts et Métiers
ENET	École normale de l'enseignement technique



ENH	École nationale d'horlogerie
ENI	École normale d'instituteurs
ENIAN	Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers
ENNA	Écoles normales nationales d'apprentissage
ENNEP	Écoles normales nationales de l'enseignement professionnel
ENPESTC	École nationale préparatoire à l'enseignement dans les sections techniques des collèges
ENSAM	Écoles nationales supérieures d'Arts et Métiers
ENSET	École normale supérieure de l'enseignement technique
ENSI	École nationale supérieure d'Ingénieurs
EPCI	École pratique de commerce et d'industrie
EPS	École primaire supérieure
EPS	Éducation physique et sportive
ES	Économiques et sociales
FAST	<i>Function analysis systems technique</i>
FEN	Fédération de l'Éducation nationale
FGE	Fédération générale de l'éducation
GFEN	Groupe français d'éducation nouvelle
GPRF	Gouvernement provisoire de la République française
GRAFCET	Graphe de commande étape transition
GREPA	Groupe équipement de production automatisé
GTD	Groupe technique disciplinaire
IA-IPR	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
IGAENR	Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche
IGEN	Inspecteur général de l'Éducation nationale
IGET	Inspecteur général de l'enseignement technique
INSA	Institut national des sciences appliquées
IPET	Inspecteur principal de l'enseignement technique
IPR	Inspecteur pédagogique régional
IR	Information et réseaux
ISA	Ingénierie des systèmes automatiques
ISMCM	Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique
IST	Initiation aux sciences et techniques
ITEC	Innovation technologique et éco-conception
IUFM	Institut universitaire de formation des maîtres
IUT	Institut universitaire de technologie
JORF	<i>Journal officiel de la République française</i>
L	Littéraire
LEGT	Lycée d'enseignement général et technologique
LEP	Lycée d'enseignement professionnel
LMD	Licence - master - doctorat
LP	Lycée professionnel

LPO	Lycée polyvalent
LT	Lycée technique
LTE	Lycée technique d'État
MAFPEN	Mission académique à la formation des personnels de l'Éducation nationale.
MEN	Ministère de l'Éducation nationale
MOCN	Machine-outil à commande numérique
MP	Mathématique et physique
MPC	Mathématique, physique, chimie
MPSI	Mathématique, physique et sciences de l'ingénieur
MT	Mathématique et technologie
NSE	Nouvelle sociologie de l'éducation
OCDE	l'Organisation de coopération et de développements économiques
OT	Objet technique
PC	Physique et chimie
PCSI	Physique, chimie et sciences de l'ingénieur
PNLCC	Plan national de lutte contre le changement climatique
POO	Programmation orienté objet
PPE	Projet pluritechnique encadré
PSI	Physique et sciences de l'ingénieur
PT	Physique et technologie
PTA	Professeur technique adjoint
PT-LT	Professeur technique de Lycée technique
PTSI	Physique, technologie et sciences de l'ingénieur
RNCP	Répertoire national des certifications professionnelles
S	Scientifique
SADT	<i>Structured analysis desing technique</i>
SAP	Système automatisé de production
SES	Sciences économiques et sociales
SFC	<i>Séquentiel Function Chart</i>
SI	Sciences de l'ingénieur
SII	Sciences industrielles pour l'ingénieur
SIN	Systèmes d'information et numérique
SMS	Sciences médico-sociales
SNCM	Syndicat national des collèges modernes
SNES	Syndicat national de l'enseignement secondaire
SNET	Syndicat National de l'Enseignement Technique
SNETP	Syndicat national de l'enseignement technique et professionnel
SOGES	Service d'organisation et de gestion des établissements scolaires
SPCN	Sciences physiques, chimiques et naturelles
ST2S	Sciences et technologies de la santé et du social
STD2A	Sciences et technologies du design et des arts appliqués

STEM	<i>Science, technology, engineering, maths</i>
STG	Sciences et technologies de la gestion
STI	Sciences et technologies industrielles
STI2D	Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable
STL	Sciences et technologies de laboratoire
STMG	Sciences et technologies du management et de la gestion
STS	Section de techniciens supérieurs
STT	Sciences et technologies tertiaires
SysML	<i>Systems Modeling Language</i>
TAF	Tableau d'analyse fonctionnelle
TAFT	Tableaux d'analyse fonctionnelle technique
TIPE	Travaux d'initiative personnelle encadrés
TMD	Technique de la musique et de la danse
TP	Travaux pratiques
TPE	Travaux personnels encadrés
TSA	Technologie des systèmes automatisés
TSI	Technologie et sciences industrielles
UGFF	Union générale des fédérations de fonctionnaires
UIMM	Union des industries métallurgiques et minières
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UPGE	Union des professeurs de génie électrique
UPGM	Union des professeurs de génie mécanique
UPSTI	Union des professeurs de sciences et techniques industrielles
VAE	Validation des acquis de l'expérience

# Table des figures

Figure 1-1 : classes préparatoires scientifiques ; filières et légendes (2004/2005) .....	18
Figure 1-2 : curriculum des enseignements de technologie et voie de l'enseignement professionnel dans le système éducatif français en 2011.....	21
Figure 3-1 : itinéraire de recherche pour la reconstruction des enseignements de technologie industrielle ..	38
Figure 3-2 : technologie industrielle, structuration progressive des trois voies de l'enseignement du second degré.....	41
Figure 3-3 : schéma tripolaire d'un enseignement.....	44
Figure 3-4 : corpus, les catégories de données .....	46
Figure 3-5 : corpus, les types de sources, les supports médiatiques associés, les documents et données élémentaires .....	48
Figure 6-1 : représentation simplifiée du triptyque (ou champ disciplinaire) de l'enseignement technique industriel en 1945 .....	126
Figure 6-2 : représentation du champ disciplinaire de l'enseignement technique industriel en 1945.....	132
Figure 6-3 : l'intervention des professeurs dans le champ disciplinaire de l'enseignement technique industriel en 1945 .....	143
Figure 7-1 : les quatre éléments de base d'une construction selon Hans Tschochner (1957).....	164
Figure 8-1 : chronogramme relatif à la genèse des nouveaux diplômes et établissements du technique entre 1952 et 1966.....	189
Figure 8-2 : représentation de la chaîne cinématique d'une machine-outil .....	198
Figure 8-3 : matérialisation de la méthode d'analyse technique.....	202
Figure 8-4 : représentation fonctionnelle d'un appareil selon Lucien Géminard (1968) .....	208
Figure 8-5 : utilisation d'un verbe à l'infinitif (Postic et Tilagone, 1968a).....	209
Figure 9-1 : les formations technologiques et leur finalité dans les lycées en 1976.....	227
Figure 9-2 : analyse fonctionnelle externe d'un poste de télévision (Géminard, 1970).....	243
Figure 9-3 : un modèle pour l'étude des objets techniques (Chabal et al., 1973).....	246
Figure 9-4 : modèle fonctionnel d'un objet technique (Deforge 1970).....	247
Figure 9-5 : représentation d'un objet sous forme de chaînes fonctionnelles (Géminard, 1970) .....	248
Figure 9-6 : schéma d'organisation technologique (le premier schéma fonctionnel interne d'un objet, Chabal et al., 1973).....	250
Figure 10-1 : schéma fonctionnel d'un système automatisé, partie opérative, partie commande (AFCET, 1977).....	258
Figure 10-2 : schéma fonctionnel d'un système automatisé conforme à la norme (NF C 03-190).....	277
Figure 10-3 : schéma fonctionnel d'un système automatisé, variations chez un même éditeur.....	278
Figure 10-4 : schéma fonctionnel d'un système automatisé (Bossy et Mérat, 1985) .....	280
Figure 10-5 : schéma fonctionnel interne d'un système automatisé (Merlaud et Ozbolt, 1981).....	281
Figure 10-6 : schéma fonctionnel version électronicien (BEP électronique, 1980).....	286
Figure 11-1 : inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié lors d'une analyse de la valeur (norme NF X 50-153. 1985, p. 10).....	310
Figure 11-2 : structure relationnelle hiérarchisée, à gauche (Walliser, 1977) et analyse fonctionnelle descendante de type SADT, à droite (Granjean, 1987).....	316

<i>Figure 11-3 : formalisme général d'un module d'activité SADT (Chassaing, 1988) .....</i>	<i>317</i>
<i>Figure 12-1 : représentation d'une chaîne fonctionnelle et de ses constituants (programme de TSA 1992)</i>	<i>342</i>
<i>Figure 12-2 : représentation graphique de la fonction globale d'un système, produit ou processus (Rak et al., 1996).....</i>	<i>355</i>
<i>Figure 12-3 : modèle de la bête à cornes déposé par APTÉ® chez un huissier en 1984.....</i>	<i>361</i>
<i>Figure 12-4 : Représentation d'une chaîne fonctionnelle, des fonctions d'automatisme et de ses constituants associés (programme de TSA 1992) .....</i>	<i>364</i>
<i>Figure 13-1 : modèle général d'un système pluritechnique (accompagnement des programmes, 2002, p. 55).....</i>	<i>378</i>
<i>Figure 13-2 : chaîne d'information et chaîne d'énergie d'un système pluritechnique (accompagnement des programmes, 2002, p. 56) .....</i>	<i>379</i>
<i>Figure 14-1 : Comment développer une compétence ? (document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur, 2011).....</i>	<i>412</i>
<i>Figure 15-1 : schéma tripolaire d'un enseignement.....</i>	<i>431</i>
<i>Figure 15-2 : repères du processus de disciplinarisation.....</i>	<i>433</i>
<i>Figure 15-3 : faits marquants du processus de disciplinarisation de la technologie industrielle.....</i>	<i>434</i>
<i>Figure 15-4 : chronogramme de l'évolution des classes préparatoires aux grandes écoles .....</i>	<i>436</i>
<i>Figure 15-5 : processus de construction didactique.....</i>	<i>446</i>

## **Table des tableaux**

<i>Tableau 3-1 : le corpus de revues pédagogiques .....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 5-1 : résultats au baccalauréat technique, première et deuxième parties (1953 à 1955).....</i>	<i>113</i>
<i>Tableau 5-2 : nature des épreuves et coefficients du baccalauréat mathématiques et technique (1946-1950).....</i>	<i>115</i>
<i>Tableau 5-3: proposition de la CGT pour la préparation du baccalauréat technique en sept ans.....</i>	<i>116</i>
<i>Tableau 7-1 : dessin illustratif et schémas figuratifs (détails en annexe 7-4) .....</i>	<i>160</i>
<i>Tableau 7-2 : tableau d'analyse fonctionnelle (Baudo, 1958).....</i>	<i>164</i>
<i>Tableau 12-1 : fonction d'un store automatique .....</i>	<i>356</i>
<i>Tableau 14-1 : exemple de grille d'évaluation des compétences pour l'épreuve écrite de sciences de l'ingénieur (extrait).....</i>	<i>414</i>
<i>Tableau 15-1 : de l'organe au système, sédimentation des couches paradigmatiques des outils d'analyse technologique .....</i>	<i>445</i>

# Summary

## *From the industrial technology to the engineering sciences.*

### *Didactic and historical analysis since 1945.*

The PhD presents and argues that the industrial technology is becoming an academic subject. In high schools, the contemporary changes bring to light the final phase. The didactic and historical analysis, mainly led by the study of official regulations and speeches, tracks down the evolutions and the changes, by means of a model of examination of the school disciplines focusing on the missions, the organization (administrative and educational) and the education (the programs and the methods).

Three main periods are identified: 1) the configuration of the technical education (1945-1958), its development and its structure; 2) the blending of the technology in high schools (1959-1984) by the unification of the education system; 3) the technology as an academic subject (1985-2012) from the primary school to the university, newly named the engineering sciences.

This process comes within socio-political, economic and institutional context and is mainly defined by its missions of increasing qualifications. The examination of the functional analysis tools, employed to study the technical systems, reveals the elaboration of teachable contents. The contents changes, from the machines organ to the multitechnological systems, have been built one after the other, according to eight paradigms.

On the one hand, the PhD reveals the process of "disciplinarization" of the technology and opens the discussion on the available researches about others disciplines. On the other hand, the PhD provides an original history of the technical education, the necessary sources for new researches and for understanding and supporting the contemporary changes.

**Keywords:** *didactics of curricula, disciplinarization, engineering sciences, history of school subjects, secondary and tertiary school.*

# Table des matières

Dédicace et remerciements.....	2
Sommaire du corps de la thèse.....	3
<i>I – Une contribution à l'étude didactique de la disciplinarisation.....</i>	<i>4</i>
1. Introduction.....	4
1.1 Les bouleversements et les changements contemporains.....	4
1.1.1 L'école de base.....	4
1.1.2 Les voies de spécialisation.....	8
1.1.3 Les changements dans l'enseignement supérieur.....	14
1.2 Une réforme de structure.....	19
1.2.1 La prolongation de la scolarité effective et l'augmentation des qualifications, moteur de la réforme.....	19
1.2.2 Le sens de la réforme.....	19
1.2.3 La distinction professionnelle – technologique.....	20
2. Le processus de disciplinarisation.....	24
2.1 Comprendre la réforme et la disciplinarisation.....	24
2.1.1 Dualisme et tensions archaïques.....	24
2.1.2 L'insertion d'un enseignement au statut mineur dans le secondaire, l'exemple de l'EPS.....	25
2.1.3 Discipline scolaire, construction et nature sociale.....	26
2.1.4 Un schéma du processus de disciplinarisation.....	26
2.2 Processus de disciplinarisation.....	27
2.2.1 Sociologie du curriculum et processus de disciplinarisation.....	27
2.2.2 Didactique du curriculum et processus de disciplinarisation.....	30
2.2.3 Traits communs et particularités des processus de disciplinarisation.....	33
2.2.4 Le prisme des acteurs.....	33
2.2.5 Le miroir des contenus.....	34
2.3 Un processus à reconstruire.....	35
2.3.1 Une perspective didactique et curriculaire.....	35
2.3.2 Une contribution scientifique.....	35
3. L'enquête historique.....	37
3.1 Présentation de l'itinéraire de la recherche.....	38
3.2 Délimitation de l'enquête.....	39
3.2.1 1945-2012 : le choix d'une période significative du processus de disciplinarisation des enseignements de technologie.....	39
3.2.2 Le choix de l'étude du baccalauréat mathématique et technique comme ossature de la recherche.....	42
3.2.3 Le choix des focales d'analyse du curriculum prescrit.....	43
3.2.4 Les faits premiers à retenir pour mener l'enquête historique.....	44

3.2.5	Une vision d'ensemble du processus de disciplinarisation .....	45
3.3	Constitution du corpus et recueil des données.....	45
3.3.1	Le choix des données .....	46
3.3.2	Les sources et le recueil des données .....	48
3.4	Le traitement des données.....	60
<i>II - La configuration de l'enseignement technique.....</i>		<i>61</i>
4.	L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes.....	61
4.1	Les missions d'un système complet d'enseignement technique industriel scolarisé d'État.....	62
4.1.1	Enseignements industriel, technique, professionnel, technologique ? .....	62
4.1.2	Former, au niveau supérieur, les ingénieurs .....	63
4.1.3	Former, au niveau élémentaire, les ouvriers .....	64
4.1.4	Former, au niveau moyen, la maîtrise.....	64
4.1.5	Les modalités de la prise en charge des différents niveaux de formation technique par l'école .....	64
4.2	L'édification d'un enseignement technique de niveau supérieur .....	65
4.2.1	Sous l'Ancien Régime .....	65
4.2.2	De la Révolution française à l'Empire (1789-1814) .....	66
4.2.3	Les écoles d'ingénieur et le développement de l'enseignement technique supérieur .....	66
4.3	La nécessité d'un système de classe préparatoire.....	67
4.3.1	La naissance des préparations.....	67
4.3.2	La structuration des études scientifiques et des classes préparatoires.....	68
4.4	Le cas singulier du long cheminement des Écoles d'Arts et Métiers vers l'enseignement supérieur .....	69
4.4.1	Les écoles d'Arts et Métiers, du niveau élémentaire au niveau supérieur.....	69
4.4.2	La fin de la tutelle militaire et l'élévation du niveau des écoles d'Arts et Métiers.....	70
4.4.3	La consécration des Écoles d'Arts et Métiers.....	71
4.5	Vers un enseignement à caractère industriel : l'échec du primaire supérieur et les tentatives d'enseignement spécial du secondaire .....	72
4.5.1	L'échec des Écoles primaires supérieures (EPS).....	72
4.5.2	L'évolution de l'enseignement spécial .....	72
4.6	Le développement de l'enseignement technique moyen.....	74
4.6.1	La naissance de l'enseignement technique.....	74
4.6.2	La loi sur les Écoles manuelles d'apprentissage de la III <sup>e</sup> République et le conflit entre ministères .....	75
4.6.3	La structuration verticale de l'enseignement technique.....	76
4.7	L'évolution contrainte des Écoles primaires supérieures (EPS) industrielles .....	79
4.8	1919 – 1936, la nouvelle donne d'après guerre .....	81
4.8.1	Le vote de la loi Astier en 1919, une charte pour l'enseignement technique.....	81
4.8.2	1920, le rattachement du technique au ministère de l'instruction publique : un bouleversement sans conséquence.....	82
4.8.3	Les écoles de métiers .....	82
4.9	1936-1944, du Front populaire à la Libération, une période de transition pour l'Enseignement technique .....	83
4.9.1	1936-1938, Les réformes de Jean Zay : vers la fin du primaire supérieur.....	83



4.9.2	1936-1939, les prémices d'un enseignement technique de niveau élémentaire : les ateliers écoles et les centres de formation professionnelle.....	84
4.9.3	1939-1944, les centres de formation professionnelle, la naissance de l'enseignement professionnel élémentaire.....	84
4.9.4	1941, la disparition des EPS, la naissance des collèges modernes et techniques.....	85
4.10	Sciences industrielles et technologie, de nouveaux contenus pour l'enseignement technique moyen.....	86
5.	La création du baccalauréat mathématiques et technique - Les réformes de l'enseignement technique entre 1945 et 1947.....	88
5.1	Une situation inédite.....	88
5.1.1	La France à reconstruire.....	89
5.1.2	Le poids de la CGT et de ses organisations.....	90
5.2	Convergence de vue pour une réforme de l'enseignement : les commissions d'Alger et Langevin et les projets du SNET.....	91
5.2.1	Le plan d'Alger.....	91
5.2.2	La commission d'études « Langevin ».....	92
5.2.3	Le projet de la CGT du technique.....	94
5.2.4	Des convergences favorables à l'enseignement technique.....	96
5.3	La réorganisation des instances administratives et consultatives du ministère.....	97
5.3.2	Le conseil supérieur de l'Éducation nationale.....	97
5.3.3	Les conseils d'enseignements.....	98
5.3.4	La CGT et les instances consultatives.....	99
5.4	La réorganisation de la direction de l'enseignement technique.....	100
5.4.1	La sous-direction de l'apprentissage.....	101
5.4.2	La sous-direction des écoles techniques.....	102
5.4.3	L'enseignement technique supérieur, les écoles d'ingénieurs.....	102
5.4.4	Une architecture verticale de l'enseignement technique presque complète.....	103
5.4.5	La direction de l'enseignement technique dans la tourmente.....	104
5.5	Des projets syndicaux divergents, baccalauréat technique ou scientifique ?.....	105
5.5.1	Chacun à sa place, pour le SNES.....	105
5.5.2	Pour un baccalauréat moderne : les projets du Syndicat national des collèges modernes (SNCM).....	106
5.5.3	Des baccalauréats techniques pour le SNET et la direction de l'enseignement technique.....	107
5.6	Le baccalauréat technique devient réalité.....	109
5.6.1	Une création au pas de charge et sans moyens.....	109
5.6.2	Les membres du jury du baccalauréat technique.....	111
5.6.3	L'heure du premier bilan.....	111
5.6.4	L'élite de l'enseignement technique victime d'un chantage.....	113
5.6.5	Baccalauréat technique, de nouvelles propositions de la CGT.....	116
5.7	Les enjeux du baccalauréat technique, entre mission et ambition.....	117
5.7.1	La mission de l'enseignement technique : former la masse des travailleurs.....	117
5.7.2	Le recrutement et la sélection à l'entrée du baccalauréat technique.....	118
5.7.3	Les débouchés pour une élite parmi l'élite.....	119
5.7.4	Le baccalauréat technique, outil de reconnaissance de la valeur culturelle de l'enseignement technique.....	121

5.7.5	Un baccalauréat pour promouvoir une pédagogie nouvelle et un humanisme technique .....	122
6.	Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique, les nouveaux enjeux de l'enseignement technique.....	125
6.1	Technologie, dessin industriel et travaux d'atelier : le triptyque de l'enseignement technique .....	125
6.1.1	Le triptyque de l'enseignement technique .....	125
6.1.2	Nature des tâches demandées aux élèves .....	127
6.2	Le dessin technique .....	128
6.2.1	Les origines et les appellations du dessin industriel.....	128
6.2.2	Une langue au service de l'industrie mécanique .....	129
6.2.3	Différents types de dessins industriels .....	130
6.3	La technologie.....	131
6.3.1	La technologie générale héritière des Écoles primaires supérieures .....	132
6.3.2	La technologie professionnelle ou technologie d'atelier .....	133
6.3.3	La technologie de construction mécanique, l'élévation et la scientification de l'enseignement technique moyen	134
6.4	Les travaux d'atelier et l'enseignement de la profession.....	135
6.4.1	Le geste professionnel et la progression des travaux .....	135
6.4.2	L'organisation et le travail à l'atelier .....	136
6.4.3	La hiérarchie dans l'atelier .....	138
6.5	Les programmes du baccalauréat technique .....	138
6.5.1	Les dates de publication des programmes du baccalauréat technique .....	139
6.5.2	Le programme et les épreuves du baccalauréat technique en classe de première (série technique) ...	139
6.5.3	Le programme et les épreuves du baccalauréat technique en classe de terminale (série mathématiques et technique) .....	140
6.5.4	Un véritable baccalauréat technique .....	141
6.6	Situation et formation des professeurs du technique.....	142
6.6.1	La situation des professeurs du technique à la Libération.....	142
6.6.2	Formation des maîtres du technique et dates marquantes de l'histoire de l'ENSET .....	143
6.6.3	La question de la délivrance d'agrégations par le technique.....	147
6.7	Le baccalauréat technique, un point d'appui pour l'avenir de l'enseignement technique .....	148
6.7.1	Le baccalauréat technique et les enjeux internes à l'Enseignement technique.....	149
6.7.2	Le baccalauréat technique et les enjeux externes à l'enseignement technique .....	150
6.7.3	Le baccalauréat technique, un capital pour l'enseignement technique à faire fructifier.....	151
7.	1948 - 1958, l'essor avant les grands changements - Le paradigme des organes de machines.....	153
7.1	La technologie expérimentale et les sciences industrielles .....	154
7.1.1	La théorie naissante d'une technologie expérimentale.....	154
7.1.2	Les manipulations techniques, une nouvelle méthode d'enseignement de la technologie.....	155
7.1.3	Les raisons d'un échec.....	156
7.2	La technologie de construction et un nouveau type de schéma .....	157
7.2.1	Les perspectives nouvelles offertes par la technologie de construction .....	157
7.2.2	Le schéma, un nouvel outil au service de la technologie de construction .....	158

7.3 De l'étude des fonctions à l'analyse technique.....	160
7.3.1 La notion de fonction, prélude à de nouvelles méthodes d'analyse des organes de machines .....	160
7.3.2 L'observation, base de l'analyse des fonctions .....	161
7.3.3 De l'étude fonctionnelle à l'analyse technique.....	162
7.3.4 L'apport de la technologie allemande.....	164
7.4 Les évolutions du baccalauréat technique .....	165
7.4.1 L'alignement sur le modèle du second degré.....	165
7.4.2 Des programmes qui se scientifient.....	166
7.5 Évolutions structurelles et nouveaux diplômes : la préparation de l'enseignement technique à des changements futurs.....	167
7.5.1 La formation des professeurs de l'enseignement technique moyen et supérieur.....	167
7.5.2 Les études portées à six ans dans les Écoles nationales professionnelles (ENP) ne résout pas la pénurie de techniciens .....	170
7.5.3 Un nouveau brevet d'enseignement industriel (BEI) en 4 ans dans les collèges techniques .....	173
7.5.4 Le brevet de technicien créé le 19 février 1952.....	175
7.5.5 Les classes préparatoires aux grandes écoles.....	177
7.5.6 La préparation des changements.....	178
- Volume II - .....	181
<i>III - La secondarisation de l'enseignement technologique .....</i>	<i>181</i>
8. 1959 - 1969, entre incorporation et spécialisation, la mutation de l'enseignement technique - Le paradigme des machines .....	181
8.1 Les réformes Berthoin et Fouchet, de lourdes conséquences pour l'enseignement technique.....	182
8.1.1 Les motivations des réformes.....	182
8.1.2 Le <i>décret Berthoin</i> , cycle d'observation, nouveaux établissements et nouvelle organisation scolaires.....	183
8.1.3 Le <i>décret Berthoin</i> , une réforme aux conséquences négatives pour l'enseignement technique .....	185
8.1.4 La fin administrative de l'enseignement technique .....	186
8.1.5 Avec la réforme Fouchet, des études techniques moins longues et des baccalauréats de techniciens (Btn) .....	187
8.2 La genèse des nouveaux diplômes du technique : le brevet de technicien supérieur (BTS), le brevet de technicien (BT) et le baccalauréat de technicien (Btn).....	189
8.2.1 L'harmonisation des formations, prélude à de nouveaux diplômes .....	190
8.2.2 La création des brevets de technicien supérieur (BTS).....	190
8.2.3 Les nouveaux brevets de technicien (BT) .....	191
8.2.4 La transformation de trois brevets de techniciens (BT) en baccalauréats de techniciens (BTn), la spécialisation de la technologie .....	192
8.3 Les innovations pédagogiques.....	196
8.3.1 L'étude des machines et l'apparition des schémas fonctionnels .....	197
8.3.2 L'analyse technique comme méthode d'apprentissage : l'apport de Fernand Canonge .....	200
8.3.3 Un vocabulaire nouveau, l'apport de la cybernétique et des mathématiques modernes.....	205
8.3.4 De l'étude de constatation à l'étude de conception, l'apport de Lucien Géminard .....	206
8.3.5 Une synthèse des méthodes d'analyse et des outils descriptifs.....	208
8.4 Les répercussions de l'évolution des méthodes et des structures sur le baccalauréat technique.....	210

8.4.1	La primauté de la mécanique industrielle .....	211
8.4.2	L'influence des réductions horaires .....	211
8.4.3	Le dessin technique prend le nom de technique graphique .....	212
8.4.4	L'empreinte des nouvelles méthodes d'analyse technique et fonctionnelle sur l'enseignement .....	213
8.4.5	Des classes préparatoires pour l'enseignement technique .....	215
8.4.6	Des diplômes universitaires de technologie .....	216
8.5	CAPET et agrégation, une formation rehaussée pour de nouveaux professeurs de l'enseignement supérieur .....	217
8.5.1	L'instauration du CAPET et sa préparation à L'ENSET .....	217
8.5.2	Des classes préparatoires en deux ans pour préparer le concours d'entrée à l'ENSET .....	218
8.5.3	Une véritable formation pour les professeurs techniques adjoints de lycées techniques .....	219
8.5.4	L'agrégation de mécanique, une consécration .....	220
9.	1970 – 1978, différenciation professionnel / technologique et avènement des génies – Le paradigme des objets techniques .....	223
9.1	Des réformes qui organisent la différenciation entre les enseignements professionnel et technologique .....	224
9.1.1	La technologie dans le collimateur des réformes .....	224
9.1.2	Les lois de 1971 et les diplômes du nouvel Enseignement technologique .....	225
9.1.3	La loi Haby de 1975 crée les lycées d'enseignement professionnel (LEP) et confirme la différenciation technologique / professionnel .....	226
9.2	Des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) pour les élèves de l'enseignement technologique .....	228
9.2.1	L'évolution des classes préparatoires aux grandes écoles .....	228
9.2.2	Le rapprochement des classes préparatoires techniques T' et des préparations M et P .....	228
9.2.3	Les classes préparatoires technologiques T .....	229
9.2.4	Les classes préparatoires technologiques TA .....	231
9.3	Le baccalauréat technique .....	232
9.3.1	Les programmes d'enseignement .....	232
9.3.2	L'évolution des épreuves d'examen des matières technologiques .....	232
9.3.3	Des baccalauréats expérimentaux, vers une technologie proposée dans tous les lycées ? .....	233
9.4	De nouveaux CAPET de construction mécanique, des agrégations de génie et un nouveau mode de recrutement des professeurs d'atelier .....	235
9.4.1	L'élargissement de la base de recrutement des CAPET de construction et mécanique .....	236
9.4.2	Une nouvelle génération de chefs de travaux des lycées techniques .....	237
9.4.3	Les agrégations de génie industriel .....	238
9.4.4	Les professeurs techniques de lycées techniques, un nouveau corps de professeurs .....	238
9.5	Les développements de l'analyse fonctionnelle .....	240
9.5.1	Les notions de milieu et d'action appliquées à l'analyse d'un objet technique, le point de vue de Lucien Géminard .....	241
9.5.2	Frontière d'isolement, matière d'œuvre et fonction globale, l'objet technique vu comme une boîte noire, les apports fondamentaux du courant des ENNA .....	244
9.5.3	L'objet technique, vu comme un agencement de fonctions, fonctions techniques et chaînes de composants .....	246
9.5.4	Fonctions principales, de la fonction au cycle de fonctionnement de l'objet .....	248
9.5.5	Des pionniers à l'affût de la nouveauté .....	249
9.5.6	Des méthodes qui tendent à valider la valeur culturelle de la technologie .....	251

10.1979-1984, l'intégration de la technologie au lycée – Le paradigme des systèmes automatisés .....	254
10.1 Mécanique, productique, automatisme, des convergences réussies .....	255
10.1.1 De la mécanique aux sciences pour l'ingénieur .....	255
10.1.2 Les automatismes au service de la productique.....	256
10.1.3 Les automatismes et les diagrammes fonctionnels de type GRAFCET .....	257
10.2 De nouvelles réformes favorables à l'enseignement technologique .....	260
10.2.1 Une classe de seconde unique dans les lycées techniques et généraux.....	260
10.2.2 Des poursuites d'études par des voies diversifiées témoignent des hiérarchies au sein de l'enseignement technologique.....	261
10.3 Des options technologiques et d'éducation manuelle et technique pour tous en classe de seconde .....	263
10.3.1 Enseignement optionnel spécialisé de technologies industrielles (option lourde de onze heures).....	263
10.3.2 Des enseignements optionnels de trois heures de technologie non spécialisée .....	266
10.3.3 Des enseignements optionnels de deux heures d'Éducation manuelle et technique .....	267
10.4 Des évolutions qui se répercutent au-delà de la classe de seconde.....	268
10.4.1 De nouveaux programmes de technologie pour le baccalauréat E, mathématiques et technique .....	268
10.4.2 L'impact des nouveaux programmes sur l'offre éditoriale de manuels scolaires .....	271
10.4.3 L'impact de l'évolution technologique, l'exemple de l'informatique et de l'électronique.....	273
10.4.4 Une évolution décisive des contenus d'enseignement des classes préparatoires aux grandes écoles	274
10.5 Les automatismes et la recherche d'outils graphiques de description des systèmes .....	275
10.5.1 Les contraintes didactiques .....	276
10.5.2 La représentation graphique des systèmes automatisés .....	276
10.5.3 Les analogies avec le corps humain .....	280
10.5.4 L'absence de norme de représentation graphique des systèmes favorable à l'innovation pédagogique	282
10.6 Les automatismes et de nouvelles méthodes pédagogiques.....	282
10.6.1 Des équipements de type industriel pour des activités nouvelles et variées .....	283
10.6.2 Les automatismes et l'évolution de l'analyse fonctionnelle .....	284
10.6.3 Une méthode d'analyse descendante .....	285
10.6.4 Analyse des systèmes, une longueur d'avance pour l'électronique .....	286
10.7 Une période de transition annonciatrice de nouveaux changements.....	287
<i>IV - La disciplinarisation de la technologie .....</i>	<i>289</i>
11.1985-1990, le décroisement des spécialités des enseignements technologiques – Le paradigme des systèmes pluritechniques .....	289
11.1 Une loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel .....	290
11.1.1 Des missions différentes .....	290
11.1.2 Des baccalauréats différents.....	291
11.1.3 Des établissements différents .....	292
11.1.4 Des contenus différents.....	292
11.2 L'influence sur la formation des professeurs de la loi de programme sur l'enseignement technologique et professionnel .....	292
11.2.1 Nouveau CAPET et corps unique de professeurs pour la voie technologique .....	293
11.2.2 Nouvelles modalités de formation des professeurs de lycées techniques, des CFPET aux IUFM.....	294

11.3	Des changements importants dans les options de la technologie industrielle en classe de seconde, première et terminale.....	295
11.3.1	L'option technologie des systèmes automatisée (TSA) en seconde .....	296
11.3.2	L'option productive en seconde.....	298
11.3.3	L'option complémentaire « technologie industrielle » en classes de première et de terminale .....	298
11.4	La technologie au baccalauréat général de la série E et aux baccalauréats technologiques.....	299
11.4.1	Le programme de 1988 du baccalauréat E .....	299
11.4.2	Le programme de 1989 du baccalauréat E .....	301
11.4.3	Les programmes des baccalauréats technologiques .....	303
11.5	Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur, évolution délicate des contenus d'enseignement .....	304
11.5.1	La normalisation de l'élaboration du cahier des charges.....	305
11.5.2	Réduire les coûts, des origines de l'analyse de la valeur à sa normalisation en France .....	305
11.5.3	L'analyse de la valeur, prolongement de l'analyse fonctionnelle .....	307
11.5.4	Finalité, vocabulaire et méthodologie de l'analyse de la valeur.....	308
11.5.5	Les outils graphiques de l'analyse de la valeur .....	309
11.5.6	Vocabulaire et méthode, un frein au développement de l'analyse de la valeur.....	311
11.6	L'analyse fonctionnelle descendante, deux méthodes en concurrence .....	312
11.6.1	Les séminaires de professeurs et les revues pédagogiques au service de la valorisation de pratiques pédagogiques renouvelées .....	312
11.6.2	La méthode SADT (Structured Analysis Desing Technique).....	315
11.6.3	Un formalisme adapté aux besoins de l'étude des systèmes.....	316
11.6.4	L'analyse systémique pratiquée par les électroniciens.....	318
11.6.5	Lutte d'influence et limites des méthodes SADT et systémique .....	320
11.6.6	Les limites des méthodes SADT et systémique .....	321
11.7	L'apport des manuels scolaires.....	323
11.7.1	Une place pour la SADT dans les manuels des éditions Casteilla-Éducalivre, Delagrave et Dunod.....	324
11.7.2	Le catalogue de solutions techniques et technologiques chez l'éditeur Nathan technique .....	325
11.7.3	Une nouvelle approche pédagogique mise en avant par la collection Éducalivre de la maison d'édition Casteilla .....	325
11.7.4	Foucher entre tradition et modernité .....	326
11.7.5	Delagrave intègre la norme de l'analyse fonctionnelle .....	327
11.7.6	Une présentation originale pour les éditions Dunod.....	328
11.8	Des systèmes automatisés aux objets de la vie courante, une tendance nouvelle, signe de changements en profondeur .....	329
11.8.1	La distinction entre technologie et production, un signe de disciplinarisation.....	329
11.8.2	Un enseignement technologique à caractère plus scientifique, élément clé du processus de disciplinarisation.....	329
11.8.3	Vers un enseignement de la technologie pour tous en classes de seconde ? .....	330
12.1992-1999,	l'entrée de la technologie dans les classes préparatoires - Le paradigme des chaînes fonctionnelles.....	331
12.1	La réforme du lycée, l'évolution des structures .....	331
12.1.1	La classe de seconde générale ou technologique.....	332
12.1.2	La voie générale.....	332

12.1.3	La voie technologique et les nouveaux baccalauréats Sciences et technologies industrielles (STI).....	333
12.1.4	La voie professionnelle.....	334
12.2	L'incidence de la loi d'orientation sur la rédaction des programmes de technologie.....	334
12.2.1	Le Conseil national des programmes (CNP) .....	335
12.2.2	Les documents d'accompagnement des programmes .....	335
12.2.3	Les groupes techniques disciplinaires (GTD), l'élaboration des programmes, les divergences de vue entre génies .....	336
12.3	Les nouveaux programmes de technologie en seconde, sous le signe des chaînes fonctionnelles .....	338
12.3.1	Les objectifs généraux et la démarche pédagogique de l'option technologie des systèmes automatisés (TSA) en classe de seconde.....	338
12.3.2	Les contenus de formation revus à la baisse .....	338
12.3.3	Les objectifs de formation .....	339
12.3.4	Une liste de vocabulaire .....	340
12.3.5	Le foisonnement des outils de représentation graphique .....	341
12.3.6	Un guide d'équipement pour la TSA.....	343
12.4	La technologie industrielle au lycée général et technologique .....	343
12.4.1	La Technologie industrielle du baccalauréat scientifique .....	344
12.4.2	L'option complémentaire technologie industrielle de trois heures en classes de première et de terminale des autres baccalauréats scientifiques .....	346
12.4.3	Les nouveaux baccalauréats technologiques sciences et technologies industrielles (STI).....	347
12.5	Les filières de classes préparatoires scientifiques à dimension industrielle (les classes de deuxième année).....	348
12.5.1	La réorganisation en filière des classes préparatoires .....	348
12.5.2	La filière mathématique et physique (MP) .....	350
12.5.3	La filière physique et sciences de l'ingénieur (PSI) .....	350
12.5.4	La filière physique et technologie (PT) .....	351
12.5.5	Les filières mathématique et technologie (MT), technologies et sciences industrielles (TSI) et technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS).....	352
12.5.6	Outils éprouvés et innovation avec les travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE) .....	353
12.6	Analyse de la valeur, analyse fonctionnelle externe, nouveaux programmes et nouveaux outils, étude selon un point de vue externe au produit .....	354
12.6.1	Abandon progressif de la méthode SADT et faiblesse de la notion de fonction globale.....	354
12.6.2	La pénétration de l'analyse de la valeur dans les établissements.....	357
12.6.3	La méthode APTE, une méthode concurrente d'analyse de la valeur ?.....	357
12.7	Analyse fonctionnelle interne, nouveaux programmes et nouveaux outils.....	362
12.7.1	Le concept de chaîne fonctionnelle associé à un outil de représentation graphique de l'organisation structurelle et fonctionnelle des systèmes.....	362
12.7.2	Le diagramme FAST .....	367
12.7.3	Le bloc-diagramme de la méthode APTE.....	368
12.8	Un virage bien négocié .....	370
13.2000-2009,	l'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie - Le paradigme de l'approche système.....	372
13.1	Une nouvelle réforme des lycées.....	373
13.1.1	Consultation et contestation .....	374

13.1.2	Une attention plus grande de l'institution éducative et un accompagnement accru des élèves .....	374
13.1.3	Les enseignements de détermination en seconde et les sciences de l'ingénieur.....	375
13.1.4	Les Travaux personnels encadrés .....	376
13.2	Réforme des programmes de technologie, l'avènement des sciences de l'ingénieur .....	376
13.2.1	Programme et document d'accompagnement.....	377
13.2.2	Un nouveau modèle graphique pour une approche système .....	377
13.2.3	Les programmes d'Initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI) en seconde .....	379
13.2.4	La spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S .....	382
13.2.5	Réforme avortée des baccalauréats technologiques sciences et technologies industrielles (STI) .....	385
13.3	Les évolutions dans les classes préparatoires.....	387
13.3.1	Des changements en douceur.....	387
13.3.2	Quand les classes préparatoires TSI montrent la voie .....	388
13.3.3	Centres d'intérêt et démarche ingénieur .....	389
13.3.4	Une conception scientifique plus affirmée des sciences de l'ingénieur .....	390
13.3.5	Une nouvelle stratégie pédagogique .....	391
13.4	L'usage des outils d'analyse fonctionnelle, les programmes, les manuels et les épreuves d'examens, témoins de l'homogénéisation de l'enseignement de la technologie.....	392
13.4.1	La représentation fonctionnelle des systèmes avant 2002.....	392
13.4.2	Le schéma générique chaîne d'énergie - chaîne d'information de l'approche système .....	393
13.4.3	La diffusion d'un nouvel outil de description fonctionnelle.....	394
13.5	L'accélération du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie.....	395
13.5.1	Une mission harmonisée reconduite .....	395
13.5.2	Une dénomination et une organisation partagées.....	395
13.5.3	Des méthodes pédagogiques et des outils en commun.....	396
13.5.4	La technologie à la croisée des chemins.....	397
- Volume III - .....		399
<i>V - L'achèvement du processus de disciplinarisation.....</i>		<i>399</i>
14.L'après-2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie		
- Le paradigme de la démarche de l'ingénieur .....		399
14.1	Les classes préparatoires aux grandes écoles en mouvement.....	400
14.1.1	La rénovation des classes préparatoires ATS.....	400
14.1.2	La réaffirmation d'une démarche pédagogique spécifique en sciences industrielles pour l'ingénieur et évolutions	401
14.1.3	Une orientation généralisée des grande écoles et classes préparatoires vers les compétences.....	402
14.2	De nouveaux enseignements d'exploration en classe de seconde.....	405
14.2.1	Vers un enseignement technologique ouvert à tous au lycée .....	405
14.2.2	L'enseignement d'exploration de sciences de l'ingénieur .....	406
14.2.3	L'enseignement d'exploration de Création et innovation technologiques.....	406
14.3	La spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique en 2011.....	407
14.3.1	Les sciences de l'ingénieur, la démarche de l'ingénieur et la démarche scientifique .....	407
14.3.2	Les compétences avant les contenus .....	409



14.3.3	Une approche pédagogique renouvelée .....	410
14.3.4	Démarche, approche pédagogique et compétence, un triptyque difficile à articuler.....	411
14.4	Le nouveau baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D).....	415
14.4.1	L'enseignement technologique en langue vivante.....	416
14.4.2	Les enseignements transversaux du tronc commun .....	416
14.4.3	Les enseignements de spécialité .....	418
14.4.4	Les recommandations pédagogiques.....	419
14.4.5	De nouvelles épreuves d'examen et bientôt des travaux personnels encadrés ? .....	420
14.5	Un nouvel outil de représentation graphique pour les élèves du baccalauréat STI2D .....	421
14.5.1	Un langage graphique unique pour modéliser les systèmes .....	421
14.5.2	L'utilité d'un nouveau formalisme synthétique .....	421
14.5.3	Un outil au service d'une nouvelle discipline ? .....	423
14.6	Les professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur remplacent les professeurs de technologie .....	424
14.6.1	Le CAPET unique de sciences industrielles de l'ingénieur.....	424
14.6.2	L'agrégation unique de sciences industrielles de l'ingénieur.....	426
14.6.3	Un rôle nouveau pour les chefs de travaux des sections industrielles des lycées.....	427
14.6.4	Les conséquences sur l'organisation pédagogique des enseignements.....	428
14.6.5	La formation des professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur .....	429
14.7	L'accélération du processus de disciplinarisation .....	429
15.	La disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Un processus spécifique.....	431
15.1	Trois moments essentiels du processus de disciplinarisation .....	432
15.1.1	La configuration de l'enseignement technique (1945 – 1958).....	432
15.1.2	La secondarisation de l'enseignement technologique (1959 – 1984).....	435
15.1.3	La disciplinarisation de la technologie (1985 – 2012).....	437
15.2	Un processus dynamique d'alignement sur le modèle disciplinaire .....	438
15.2.1	L'offre d'une voie d'excellence .....	438
15.2.2	La poursuite d'étude pour principale mission .....	438
15.2.3	Le passage d'une structure verticale à une autre.....	439
15.2.4	Une mise au format conforme à l'enseignement secondaire.....	439
15.2.5	La scientification de la technologie, synonyme de renouvellement de l'enseignement technique.....	440
15.2.6	Des manuels scolaires spécifiques .....	441
15.2.7	Un corps unique de professeurs certifiés et agrégés .....	441
15.2.8	Un processus rythmé par les réformes.....	442
15.3	Processus de construction didactique et paradigmes d'étude technologique .....	443
15.3.1	Une évolution des outils d'analyse par sédimentation des couches paradigmatiques .....	443
15.3.2	Transposition, innovation et évolution, modes opératoires et sources de la construction didactique ...	445
15.4	Discussion, un processus socio-didactique spécifique.....	448
15.4.1	Processus de disciplinarisation et théories disponibles.....	448
15.4.2	Une création scolaire héritière du passé .....	448
15.4.3	L'abandon des travaux pratiques d'usinage .....	448
15.4.4	Entre missions et réformes, une construction disciplinaire contrainte .....	449

15.4.5	Des contenus légitimes en rapport les missions et les pratiques sociotechniques.....	451
15.4.6	Conclusion, didactique du curriculum et modèle d'étude curriculaire.....	452
16.	Perspectives de recherche, propositions pour l'enseignement et questions prospectives.....	453
16.1	Nouvelles perspectives de recherche .....	453
16.2	Propositions pour la technologie.....	453
16.2.1	Pour un enseignement de l'histoire de la technologie .....	453
16.2.2	Pour une formation aux usages des outils graphiques de description fonctionnelle.....	454
16.2.3	Pour le développement de la recherche et de la formation en didactique de la technologie .....	455
16.3	Questions prospectives.....	455
16.3.1	Les derniers pas de la disciplinarisation de la technologie.....	455
16.3.2	L'enseignement intégré de science et technologie (EIST) et l'avenir de la technologie .....	456
	Bibliographie.....	458
	Références .....	458
	Textes réglementaires .....	480
	Autres sources.....	505
	Normes .....	508
	Archives.....	509
	Liste des acronymes.....	510
	Table des figures .....	515
	Table des tableaux .....	516
	<i>Summary</i> .....	517
	Table des matières .....	518



---

École doctorale n° 180 « SHS »

---

**Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation  
depuis la Libération.**

---

Christian HAMON

---

Thèse de doctorat, sciences de l'éducation,  
sous la direction de M. LEBEAUME Joël, Professeur des Universités.

---

Soutenue le 19 juin 2012

---

Membres du jury :

Pr. Jacques GINESTIÉ	Université d'Aix-Marseille
Pr. Pierre KAHN	Université de Caen
Pr. Jean-Louis MARTINAND	ENS Cachan
Pr. Philippe GIRARD	Université Montesquieu Bordeaux IV
Pr. Pierre LAMARD	Université de technologie de Belfort-Montbéliard
Pr. Joël LEBEAUME	Université Paris Descartes
Pr. Jean-Jacques LESAGE	ENS Cachan
M. Dominique TARAUD	Inspecteur général de l'Éducation nationale STI

---

**Annexe - Volume IV / V**

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Laboratoire Éducation et Apprentissage (EDA).  
Équipe d'accueil (EA 4071) du département sciences humaines et humanités de  
l'Université Paris Descartes. Sorbonne Paris Cité.  
Centre Universitaire des Saints-Pères. 45, rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06.

# Table des annexes

Table des annexes .....	531
- Volume IV - .....	550
1. Introduction .....	550
1.1 Filiation entre les baccalauréats technologiques STI et les spécialités du nouveau baccalauréat technologique STI2D .....	551
1.2 Baccalauréats professionnels .....	552
1.3 Nomenclature des niveaux de formation .....	554
1.4 Curriculum des enseignements de technologie et voie de l'enseignement professionnel dans le système éducatif français en 2012. ....	555
2. Le processus de disciplinarisation.....	556
3. L'enquête historique .....	557
3.1 Détail de la nature et du nombre de textes recensés par la recherche .....	558
3.1.1 Répartition des textes par catégories .....	558
3.1.2 Répartition des textes officiels par niveaux .....	558
4. L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes.....	559
4.1 Textes réglementaires et programmes scolaires des établissements de l'enseignement technique et EPS : Archives nationales.....	560
4.1.1 Arts et Métiers .....	560
4.1.2 ENP et ECPI.....	560
4.1.3 Professorat.....	560
4.1.4 EPS .....	560
4.2 Organigramme d'un bureau de fabrication tel qu'il est étudié dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers dans les années 1930. Niveaux moyen et supérieur des postes de production .....	561
4.3 Projet de loi du 15 février 1867 relatif à l'enseignement technique, analyse et commentaires.....	562
4.4 Les ordres secondaire, primaire et technique au début du XXe siècle.....	565
4.5 Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM), textes règlementaires relatifs à leur création (1806-1964). ....	566
4.6 Écoles nationales professionnelle (ENP) .....	566
4.6.1 Écoles nationales professionnelle (ENP), années de création (1880-1948).....	566
4.6.2 Écoles nationales professionnelle (ENP), liste alphabétique.....	567
4.7 Écoles nationales d'horlogerie (ENH), textes règlementaires relatifs à leur création (1853).....	568
4.8 Liste des Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI) en 1903 .....	568
4.9 Horaires des écoles pratiques d'industrie de garçons (1893).....	569
4.10 Horaire des Écoles nationales professionnelles (ENP, 1903).....	570
4.11 Horaires des Écoles primaires supérieures de garçons (1893).....	571
4.12 Comparaison des horaires des écoles pratiques d'industrie et des sections industrielles des écoles primaires supérieures (1907).....	572
4.13 Horaires des écoles primaires supérieures de garçons (1909).....	573

4.14	Les ordres secondaire, primaire et technique (après l'instauration des brevets d'enseignement industriel en 1934).	574
4.15	Les motivations de Jérôme Carcopino pour supprimer les écoles primaires supérieures (EPS).	575
5.	1945-1947, la création du baccalauréat mathématiques et technique - Les réformes de l'enseignement technique	576
5.1	Les programmes du baccalauréat « mathématiques et techniques » 1946, 1947 et 1948.	577
5.1.1	Programme des épreuves de la série technique pour la session de 1946.	577
5.1.2	Programme des épreuves graphique et technologie pour la session de 1948	581
5.1.3	Programme des épreuves de mathématiques et technique pour la session de 1948	582
5.2	Projet d'organigramme de la CGT pour le second degré en 1947	588
5.3	Les finalités des formations techniques et professionnelles d'après Charles Vercier inspecteur général de l'enseignement technique (1947)	589
5.4	Avis de la « commission de réforme de l'enseignement » sur le « projet de réforme de l'administration centrale de l'Éducation nationale »	590
5.5	Les résultats des baccalauréats techniques, T, E, TI et sciences de l'ingénieur de 1962 à 2004	591
5.6	Résultat de la 1 <sup>re</sup> session du baccalauréat technique 1 <sup>re</sup> partie (1946) à l'ENP Livet à Nantes	592
5.7	Sujet type pour « fixer l'esprit et le niveau » de l'épreuve de la série « mathématiques et technique »	594
6.	Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique, les nouveaux enjeux de l'enseignement technique	595
6.1	Baccalauréat technique, sujet de l'épreuve de technique graphique, académie de Lille 1946	596
6.2	Points de repères susceptibles de préciser la notion de graphisme technique	597
6.3	Le dessin de machine	598
6.4	Dessin d'ensemble	599
6.5	Dessin de définition	599
6.6	Illustrations de manuels de technologie d'École primaire supérieur (EPS)	600
6.7	Ateliers équipés de machines-outils	600
6.7.1	Atelier de tours alimentés par courroie	600
6.7.1	Atelier de Fraiseuses à commande individuelle (ENP de Tarbes)	601
6.8	Liste des machines et appareillages fabriqués dans les Écoles nationales de l'enseignement technique. (Vercier, 1947)	601
6.8.1	Dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM)	601
6.8.2	Dans les Écoles nationales professionnelles (ENP)	602
6.9	Extrait du décret n° 46/926 du 6 mai 1946. Modification du régime des examens.	602
6.10	Programmes de technologie au concours d'entrée aux Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM)	603
6.10.1	Programme de technologie professionnelle (concours d'entrée ENIAM)	603
6.10.2	Programme de technologie de construction (concours d'entrée ENIAM)	604

7.	1948 - 1958, l'essor avant les grands changements - Le paradigme des organes de machines.....	605
7.1	Comparaison de la réussite de l'implantation des sciences expérimentales et industrielles dans l'enseignement technique élémentaire et moyen.....	606
7.2	Le dessin figuratif d'un usage courant dans les manuels de technologie des écoles primaires supérieures (EPS).....	607
7.3	Systèmes bielles manivelles auxquels sont associés un ou plusieurs pistons - Schémas explicatifs .....	608
7.3.1	Guillot L. (1918). <i>Cours de mécanique. Tome 4, Moteur à gaz et à pétrole</i> . Paris et Liège : Béranger.	608
7.3.2	Gouard E., Herniaux G. (1939). <i>Mécanique. Complément au cours élémentaire de mécanique industrielle. Deuxième partie</i> . Paris : Dunod. ....	608
7.4	Dessin illustratif et schémas figuratifs correspondants.....	609
7.5	Apparition de l'appellation « schéma fonctionnel » en 1959.....	609
7.6	Différents types de schéma non normalisé, d'après un dessin technique .....	610
7.7	Symbole des liaisons élémentaires .....	611
7.7.1	Liaison rotule, la naissance d'un symbole .....	611
7.7.2	Liaisons mécaniques élémentaires Norme NF E 04 015 (1974) .....	611
7.8	Les prémices de l'analyse fonctionnelle .....	612
7.9	L'apparition de l'analyse technique .....	612
7.9.1	La préparation de la leçon (extrait).....	612
7.9.2	Le déroulement de la leçon (extrait) .....	613
7.10	Tableau d'analyse technique sous forme d'un arbre.....	613
7.11	Cadre formel d'analyse fonctionnelle .....	614
7.12	Les quatre éléments de base d'une construction qui permettent de passer de la « fonction » au « produit de la construction » selon Hans Tschochner .....	614
7.13	Influences réciproques des quatre éléments de base et des facteurs extérieurs déterminant une construction selon Hans Tschochner .....	615
7.14	Plan méthodique d'examen des matières premières selon Hans Tschochner.....	616
7.15	Synthèse des notions « construire et réaliser » selon Hans Tschochner.....	617
7.16	Matières et horaires des enseignements techniques du baccalauréat technique (1956).....	618
7.17	Appareils de métrologie opto-mécanique et pneumatique .....	619
7.17.1	Principe d'un appareil de métrologie opto-mécanique.....	619
7.17.2	Principe d'un appareil de métrologie pneumatique.....	619
7.18	Recrutement et formation des professeurs certifiés et agrégés de l'enseignement technique.....	620
7.19	Établissements assurant une préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET en 1958.....	621
7.19.1	Établissements assurant une préparation spéciale au concours d'entrée à la section B de l'ENSET. ....	621
7.19.2	Établissements possédant des classes permettant la préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET. ....	621
7.20	Exemple de structure d'une École nationale professionnelle (ENP) : La Martinière à Lyon en 1956.....	622
7.21	Horaires des sections normales et spéciales des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques industriels (1951).....	623
7.22	Les techniciens en 1955 .....	624
7.22.1	Accroissement des catégories de techniciens dans l'industrie.....	624
7.22.2	Circuits de formation des techniciens.....	625
7.23	Spécialités et effectifs des Écoles nationales professionnelles de garçons (1952).....	626
7.24	Évolution des coefficients au brevet d'enseignement industriel (BEI) entre 1934 et 1946 .....	627

7.25	Organigramme de l'enseignement technique après l'allongement de la durée de formation dans les Écoles nationales professionnelles et des collèges techniques en 1952.....	628
7.26	Les brevets de technicien dont les règlements ont été fixés par arrêté ministériel entre 1952 et 1957.....	629
7.27	Organisation des études dans les ENP après la mise en place de sections de techniciens en 1957 .....	630
7.28	Organisation des études dans les collèges techniques après la mise en place de sections de techniciens et de leurs classes préparatoires en 1957 .....	631
7.29	Structure de l'enseignement technique après la création des sections de techniciens et des classes préparatoires à ces sections (1957).....	632
7.30	Liste des classes préparatoires aux grandes écoles (1946) .....	633
7.31	Liste des écoles habilitées à délivrer le titre d'ingénieur dont le concours d'entrée se situe au niveau du baccalauréat .....	634
7.32	Préparation aux grandes écoles, proposition de structure de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale (1955) .....	635
7.33	Harmonisation des programmes des trois premières années des Écoles nationales professionnelle (ENP) et des collèges techniques (CT) en 1958 : instructions relatives à la technologie de construction .....	636
7.34	Projet d'organisation de l'enseignement présenté par Jean Berthoin en 1955 .....	637
8.	1959 - 1969, entre incorporation et spécialisation, la mutation de l'enseignement technique - Le paradigme des machines .....	639
8.1	Liste des écoles d'ingénieurs de l'enseignement technique rattachées à l'enseignement supérieur en 1966. ....	640
8.2	Répartition des élèves dans les établissements d'enseignement publics (premier et second degré) 1958-1959	641
8.3	Nouvelle dénomination des établissements scolaires après la réforme de l'enseignement (réforme Berthoin). ..	642
8.4	Organigramme de l'éducation, après la réforme Berthoin de 1959 .....	643
8.5	Organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale en 1960.....	644
8.6	Les directions et personnes en charges de l'enseignement technique de 1895 à 1973. ....	644
8.7	Nouvelle organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale 1964 .....	646
8.8	Chronogramme relatif à la genèse des nouveaux diplômes et établissements du technique .....	647
8.9	Alignement des maximums horaires hebdomadaires des collèges technique et des Écoles nationales professionnelles.....	648
8.10	Liste des 33 brevets de techniciens (BT) institués entre 1952 et 1961 requalifiés en brevets de technicien supérieur (BTS) en 1962.....	649
8.11	Harmonisation des horaires des sections préparatoires aux brevets de technicien supérieur (BTS) du groupe industriel (1964).....	650
8.12	Enquête en vue de la restructuration des sections de BEI.....	651
8.13	Matières d'enseignement et horaires hebdomadaire, des classes de première TI et terminale TI du brevet de technicien fabrications mécaniques (1966).....	652
8.14	Structure du second cycle technique industriel de l'enseignement technique long (1967).....	653
8.14.1	Situation transitoire.....	653
8.14.2	Situation définitive rentrée 1967 .....	654
8.15	Trois types de formation technique au lycée technique 1968 .....	655
8.16	Nomenclature des niveaux de formation (1967) .....	656
8.17	Structure des enseignements 1966.....	657
8.18	Laboratoire de technologie expérimentale (1961).....	658
8.19	Schéma organisateur d'une machine « régularisée » par <i>feed back</i> ou rétro-action selon Pierre de Latil. ....	658
8.20	Machine : dessin illustratif et schémas explicatifs de scies mécaniques.....	659

8.20.1	Dessin illustratif, scie à translation (système courroie, bielle/manivelle et glissière) .....	659
8.20.2	Schéma explicatif, scie circulaire (système poulie/courroie, engrenages coniques et vis sans fin/roue dentée) .....	659
8.21	Commandes de moteur de machines-outils .....	660
8.21.1	Réduction de vitesse au moyen d'un moteur à courant continu (groupe Ward-Léonard) .....	660
8.21.2	Automatisation d'une machine-outil .....	660
8.22	Représentation de la chaîne cinématique d'une machine-outil .....	660
8.23	Schéma fonctionnel d'un treuil à embrayage unique (La Télémécanique Électrique) .....	661
8.24	Schéma fonctionnel de la commande en boucle fermée (asservissement) des machines-outils à commande numérique (Renault, 1968) .....	661
8.25	Le schéma fonctionnel outil pédagogique .....	661
8.25.1	Analogie entre la machine automatique et l'homme .....	661
8.25.2	Notions fondamentales d'entrée et de sortie .....	662
8.25.3	Notion d'information et de rétroaction .....	662
8.25.4	Générateur d'énergie et sa ligne de puissance .....	662
8.25.5	Notion de chaîne fermée et ligne de rétroaction .....	663
8.26	Organisation générale d'une commande automatique par programme (1967) .....	664
8.27	Les schémas constructif, structural et fonctionnel selon Chabal (1968) .....	664
8.27.1	Schémas constructifs .....	664
8.27.2	Schéma structural .....	665
8.27.3	Schéma fonctionnel .....	666
8.28	Un premier schéma pour décrire l'analyse technique .....	667
8.29	Des tableaux d'observation pour préparer l'analyse technique .....	668
8.30	La méthode d'analyse technique .....	669
8.31	Une forme de standardisation de l'analyse technique .....	670
8.32	Interdépendance ou décomposition de la fonction d'un objet ou produit technique en conditions élémentaires .....	671
8.33	Ordre chronologique d'apparition des qualificatifs au mot « fonction » .....	672
8.34	Tableaux de classement des facteurs de réalisation et de fonctionnement .....	673
8.35	Détermination des solutions optimales pour chaque facteur .....	673
8.36	Forme linéaire de la logique d'agencement .....	674
8.37	Forme cyclique de la logique d'agencement .....	674
8.38	Graphe fonctionnel .....	674
8.39	Étude et conception d'un objet .....	675
8.39.1	Utilisation d'organigramme comme méthode de description, présentation du problème .....	675
8.39.2	Dessin partiel .....	675
8.39.3	Détermination des solutions et fonctions associés .....	676
8.39.4	Schéma technologique de principe .....	676
8.39.5	Schéma technologique structural .....	676
8.39.6	Lien fonctions, solutions, utilisation de graphes .....	677
8.39.7	Graphe matriciel destiné à mener une comparaison analytique dans le but de choisir une solution optimum (pour l'étanchéité) .....	677
8.39.8	Solution proposée .....	678



8.40	Apparition de l'usage d'un verbe d'action à l'infinitif pour représenter une fonction .....	678
8.41	Présentation de la méthode d'étude de constatation ou de conception d'un objet à l'aide d'organigrammes (12 figures).....	679
8.41.1	Figures 1 à 6 .....	679
8.41.2	Figures 7 et 9 (figure 8, Cf. <i>infra</i> ).....	680
8.41.3	Figure 8 .....	681
8.41.4	Figures 10 à 12 .....	682
8.42	Détail des milieux associés à l'objet technique .....	683
8.43	Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques 1962 et 1966	684
8.43.1	Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques 1962	684
8.43.2	Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat T) 1966 .....	684
8.44	Liste des grandes écoles auxquelles le concours spécial en faveur des élèves de l'enseignement technique ouvre accès .....	685
8.45	Horaires des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) 1967 .....	686
8.46	Liste des lycées où sont ouvertes des classes préparatoires aux Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) 1962 .....	687
8.47	L'organisation scolaire à l'horizon 1970 .....	688
8.48	La liste des sections de l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET) 1961 .....	689
8.49	Épreuve du concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) B1 - 1959	690
8.50	Épreuves et programmes de la division industrielle du concours de recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques (CFPTA-LT).....	691
8.51	Les spécialités industrielles des professeurs techniques adjoints des lycées techniques (PTA-LT).....	692
8.52	Épreuves du concours de la division des spécialités industrielles du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques (CAFPTA-LT) en 1966, révisé en 1969.....	693
8.52.1	Règlement de 1966.....	693
8.52.2	Règlement de 1969.....	694
8.53	Programme des épreuves écrites de l'agrégation de mécanique des lycées (1968) .....	695
8.54	Épreuve de mécanique appliquée du concours de l'agrégation de mécanique des lycées (1969) et corrigé	696
9.	1970 – 1978 différenciation professionnel / technologique et avènement des génies – Le paradigme des objets techniques.....	703
9.1	Mise en système des établissements d'enseignement scolaires selon un schéma cohérent à trois niveaux : école, collège, lycée .....	704
9.2	Manifeste de l'association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP) 1972 .....	705
9.3	Organigramme et effectifs de l'enseignement technologique long (1972-1973).....	707
9.4	Organigramme et effectifs de l'enseignement technologique court (1972-1973) .....	708
9.5	Structure de l'enseignement français (1973).....	709
9.6	Les voies de formation technologique et leurs finalités dans les lycées en 1976.....	710
9.7	Nombre de places mises en 1975 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs .....	711
9.8	Horaires des classes préparatoires 1975.....	712
9.9	Répartition des horaires des disciplines technologiques des classes préparatoires technologiques T (40 élèves)	713
9.10	Dessin technique et schématisation pour « l'étude-calcul » dynamique, thermodynamique et de modification d'un compresseur à deux pistons opposés à plat (classes préparatoires technologiques T).....	715

9.10.1	Dessin technique du compresseur .....	715
9.10.2	Schématisme de la modification à réaliser .....	715
9.11	Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1972 .....	716
9.12	Liste des brevets de techniciens auxquels sont ouvertes les classes préparatoires technologiques TA .....	716
9.13	Horaires des classes préparatoires technologiques TA .....	716
9.14	Les filières menant aux classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs .....	717
9.15	Nature, durée et coefficients des épreuves du concours externe du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976 .....	718
9.16	Nature, durée et coefficients des épreuves du concours interne du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976 .....	718
9.17	Nature, durée et coefficients des épreuves de l'examen de qualification professionnelle du concours du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976 .....	719
9.18	Nature, durée et coefficients des épreuves du concours d'accès au cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976 (premier concours).....	719
9.19	Schémas synoptique et fonctionnel d'un automatisme .....	720
9.19.1	Schémas synoptique ou mixte d'un automatisme .....	720
9.19.2	Schémas fonctionnel de conception d'un automatisme.....	720
9.20	L'objet technique comme objet matériel isolé, les actions exercées et reçues du milieu extérieur .....	721
9.21	Tableau d'analyse des actions exercées et reçues par l'objet technique.....	721
9.22	Modélisation du milieu extérieur et du système matériel isolé (le poste de télévision).....	722
9.23	Frontière d'isolement entre l'objet technique et son environnement (les milieux associés) .....	723
9.24	Représentation de la fonction globale à l'aide d'un tableau ou d'un schéma .....	723
9.25	Modèle pour l'étude des objets techniques .....	724
9.26	Analyse fonctionnelle externe. Fonction globale d'un produit pluritechnologique .....	724
9.27	Les étapes pour définir la finalité d'un objet technique (génératrice de vapeur sous pression) .....	725
9.27.1	Délimiter une frontière pour isoler l'objet à étudier .....	725
9.27.2	Identifier la nature des entrées et des sorties et définir la (les) matière(s) d'œuvre entrante(s) et sortante(s).....	725
9.27.3	Schématiser la fonction globale.....	725
9.28	Relation technologique, objet technique, système et fonction globale, un modèle de représentation qui se cherche.....	726
9.28.1	Le modèle de Lucien Géminard .....	726
9.28.2	L'éditeur Dunod, 1975 .....	727
9.28.3	Joël de Rosnay, 1975.....	727
9.28.4	Concours général de construction 1974.....	727
9.28.5	Concours interne du certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur), 1978 .....	728
9.28.6	Hachette, en 1979 (semble avoir pris exemple sur Dunod cf. <i>supra</i> ) .....	728
9.28.7	Foucher, en 1980, reste fidèle à son modèle initial (voir <i>supra</i> Chabal <i>et al.</i> , 1973), les auteurs du manuel sont professeurs d'ENNA .....	728
9.29	La frontière permet de délimiter la zone d'étude .....	729
9.30	La place de l'analyse fonctionnelle dans l'étude de fabrication.....	730
9.31	Les différentes phases de l'étude d'un produit depuis le problème posé jusqu'à la fabrication de l'objet .....	731
9.32	L'objet technique : des contraintes et des fonctions de principes en relations .....	731

9.33	Chaîne verticale des fonctions techniques principales (à gauche) et chaînes horizontales des fonctions technique de base (à droite) d'un batteur électrique pour travaux culinaires.....	732
9.34	Schéma mixte sous forme d'organigramme où se mélangent fonctions, composants et matière d'œuvre (chauffe-eau) .....	732
9.35	Détermination et schématisation des fonctions principales.....	733
9.35.1	Constatations effectuées sur l'objet.....	733
9.35.2	Détail de l'action (fig. 2), tableau d'analyse et schéma fonctionnel représentatif du cycle de fonctionnement de l'objet (fig. 4).....	733
9.36	Intégration de l'analyse dans la progression pédagogique. ....	734
9.36.1	Progression d'atelier traditionnelle .....	734
9.36.2	Progression de technologie comportant une part d'analyse fonctionnelle.....	734
9.37	Décomposition d'une fonction globale en fonctions principales .....	734
9.38	Esquisse de bilan des concepts développés durant la décennie 1970 pour l'analyse d'objet technique (ici mécanisme finalisé).....	735
9.39	Diagrammes de couplage de systèmes .....	736
9.39.1	Différents modes de couplage de systèmes.....	736
9.39.2	Combinaison de couplage de systèmes.....	736
9.40	Schéma d'organisation technologique général ou synoptique selon Chabal <i>et al.</i> (appliqué à un avertisseur sonore).....	737
9.41	Schéma d'organisation technologique condensé selon Chabal <i>et al.</i> (appliqué à avertisseur sonore).....	737
9.42	Système et sous-systèmes selon Bernard Walliser .....	738
9.42.1	Différents modes d'organisations relationnelles .....	738
9.42.2	Structure relationnelle hiérarchisée .....	738
9.43	Schéma fonctionnel d'un système (verbes d'action déclinés à l'infinitif) .....	739
9.43.1	Délimitation de la frontière (f1) d'un système énergétique (générateur thermique).....	739
9.43.2	Schéma fonctionnel d'un système informationnel couplé à un système énergétique (fonctions représentées par un verbe d'action à l'infinitif).....	739
9.44	Synthèse des symboles de liaisons (non encore normalisés) à partir de sources originaires des U.S.A., d'Allemagne et de France .....	740
9.45	Compétences terminales visées par les programmes de sciences de l'ingénieur 2011 du cycle terminal de la série scientifique du baccalauréat.....	740
-	Volume V -.....	742
10.	1979-1984, l'intégration de la technologie au lycée – Le paradigme des systèmes automatisés .....	742
10.1	Utilité d'un cahier des charges rigoureux .....	743
10.2	Représentation graphique d'une machine commandée par un automate programmable industriel (API) .....	743
10.3	Un schéma fondamental pour symboliser la philosophie sur laquelle repose la présentation du cahier des charges d'un automatisme en 1977.....	744
10.3.1	Schéma d'un ascenseur.....	744
10.3.2	Schéma d'une machine-outil à commande numérique (MOCN) .....	744
10.3.3	Schéma général d'un automatisme .....	744
10.4	Premier formalisme (emprunté aux réseaux de Pétri) pour représenter le cahier des charges d'un automatisme sous forme de diagramme fonctionnel (GRAF CET).....	745

10.5	Philosophie « partie commande, partie opérative » (la représentation à gauche de la partie commande est plus judicieuse) 1979 .....	745
10.6	Schématisme d'une presse industrielle automatisée selon la philosophie « partie commande, partie opérative » pour servir d'exemple d'utilisation du GRAFCET .....	746
10.7	GRAFCET d'une presse industrielle automatisée .....	747
10.7.1	GRAFCET de niveau 1 (fonctionnel) et de niveau 2 (matériel) d'une presse industrielle .....	747
10.7.2	Description de la partie commande (automate programmable industriel) et de la partie opérative de la presse industrielle automatisée .....	748
10.7.3	Ordres et comptes rendus échangés entre la partie commande et la partie opérative de la presse industrielle automatisée .....	748
10.8	Schéma d'un système automatisé, norme NF C 30-190 (extrait) .....	749
10.9	Liste des brevets de technicien (BT) qui conservent des classes de secondes spécifiques .....	750
10.10	Poursuite d'étude pour les titulaires d'un brevet de technicien (BT) vers les brevets de technicien supérieurs (BTS) de spécialités équivalentes .....	750
10.11	Poursuite d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) industriel vers les brevets de technicien supérieurs (BTS) de spécialités équivalentes .....	751
10.12	Poursuite d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) vers les diplômes universitaires de technologie (DUT) de spécialités équivalentes .....	752
10.13	Liste des établissements où existent des classes préparatoires technologiques TA destinées aux titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) en 1980 .....	752
10.14	Correspondances entre les BEP industriels et les baccalauréats de technicien (BTn) et les brevets de technicien (BT) pour le passage des élèves titulaires d'un BEP en classe de première d'adaptation .....	753
10.15	Comparaison de la répartition horaire des matières d'enseignement de technologie entre anciens et nouveaux programmes de la classe de seconde .....	756
10.16	Évolution des horaires des enseignements technologiques des classes de seconde industrielle et de première et terminale mathématiques et techniques (baccalauréat E) .....	756
10.17	Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1982 .....	757
10.18	Un schéma (presque) conforme au modèle proposé par la norme (NF C 03-190) .....	758
10.19	L'opérateur humain « programmeur » du système automatisé .....	758
10.20	L'opérateur absent du système automatisé, remplacé par une partie dialogue homme/machine .....	759
10.21	L'opérateur humain présent en dehors du système automatisé .....	759
10.22	Entrée et sortie d'un système .....	760
10.23	L'action de l'opérateur humain représentée par une flèche .....	760
10.24	Dessin illustratif et schéma fonctionnel d'un système automatisé .....	761
10.25	Structure interne d'un automate programmable et interfaces .....	762
10.26	Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod .....	762
10.26.1	Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod en 1981 .....	762
10.26.2	Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod en 1982 .....	763
10.26.3	Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod en 1983 .....	763
10.27	Schéma utilisé par Télémécanique pour présenter les composants d'automatisme de son catalogue (rectangle clair) .....	764
10.28	Schéma utilisé par Télémécanique pour présenter certains composants d'automatisme .....	764
10.29	La structure d'un système automatisé ouvert sur le milieu extérieur .....	765
10.30	Représentation de la fonction globale du système selon les éditeurs Nathan et Dunod .....	766

10.30.1	Fonction globale selon Nathan .....	766
10.30.2	Fonction globale selon Dunod .....	766
10.31	Fonction globale d'un élément du système.....	766
10.32	Lecture du schéma de gauche à droite ou de haut en bas .....	767
10.32.1	Selon l'éditeur Nathan .....	767
10.32.1	Selon l'éditeur Casteilla .....	767
10.33	Plusieurs fonctions d'une seule partie d'un système .....	767
10.34	Synthèse de différents types de schéma fonctionnel.....	768
10.34.1	Synthèse selon Casteilla .....	768
10.34.2	Synthèse selon Télémécanique .....	768
10.35	Retour du triptyque énergie, information, matière de façon incomplète.....	769
10.36	Le système automatisé vu comme un être humain.....	769
10.37	la place de l'humain dans un système mécanisé.....	770
10.37.1	Sans retour d'information (cafetière) .....	770
10.37.2	Avec retour d'information (conduite d'une automobile) .....	770
10.37.3	Schéma général d'un système mécanisé.....	771
10.38	Schéma fonctionnel d'un système automatisé.....	771
10.39	Organisation interne des systèmes, liaisons partie commande-périphérie .....	772
10.40	Représentation de la structure des appareils .....	772
10.40.1	Pompe à vide. ....	772
10.41	Notions de mécanique .....	773
10.42	Structure d'un système, frontières d'isolement .....	773
10.43	Décomposition sous forme arborescente d'une fonction .....	774
10.44	Représentation graphique sous forme d'une chaîne d'éléments .....	774
10.45	Publicité pour l'automate programmable TSX 80 de la marque Télémécanique .....	775
10.46	La prise de décision de créer un appareil .....	776
10.47	Les questions à poser pour rédiger un cahier des charges. ....	776
10.48	Principes de conception des objets techniques .....	777
10.48.1	Graphe d'analyse de méthodologie de construction d'un objet technique en grande série.....	777
10.48.2	Du besoin à l'utilisation.....	778
10.48.3	Organigramme des démarches pour mener l'étude des objets techniques avec des enfants de l'école primaire	779
10.49	Principes de conception des objets techniques (présentation sous forme d'un GRAFCET).....	780
10.50	Principes de conception des automatismes.....	781
10.50.1	Échanges lors d'une démarche de projet d'automatisation .....	781
10.50.2	Méthodologie d'étude et de réalisation d'un automate.....	782
10.50.3	Principales phases de la conception et de la réalisation des automatismes .....	783
10.51	Parcours de choix technologiques, logique de commande et composants d'automatismes.....	784
10.51.1	Organigramme simplifié de décision en vue d'un choix technologique d'un mode de commande .....	784
10.51.2	Choix d'un capteur de position .....	785
10.52	La notion d'analyse descendante .....	786

10.52.1	Structure à trois niveaux.....	786
10.52.2	Dimensions caractéristiques d'un niveau de GRAFCET .....	786
10.52.3	Organisation des niveaux de représentation .....	787
10.53	Sujet de BEP électronique 1980. Épreuve d'étude technologique d'un objet technique.....	788
10.53.1	Schéma fonctionnel, fonction globale et fonctions principales .....	788
10.53.2	Schéma fonctionnel, fonctions principales et fonctions secondaires.....	789
10.54	Sujet de BEP électronique 1974. Épreuve de technologie schéma. Schéma synoptique et fonctions secondaires .....	790
10.55	Contrôle des déplacements lors de l'usinage. Appareils à contrôle automatique .....	791
11.	1985-1990, le décroisement des spécialités des enseignements technologiques – Le paradigme des systèmes pluritechniques .....	792
11.1	Structure du système éducatif à l'horizon 1990 .....	793
11.2	Sections et options du CAPET (1986).....	794
11.3	Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours des CAPET de génie mécanique, génie civil, génie industriel et génie électrique .....	795
11.4	Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours du CAPET de technologie .....	795
11.5	Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours du cycle préparatoire au CAPET industriel et de technologie .....	796
11.5.1	Génies mécanique, électrique, industriel et civil.....	796
11.5.2	Technologie.....	796
11.6	Les deux parties du programme de technologie industrielle du baccalauréat E (1988) .....	797
11.7	Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1988 .....	798
11.8	Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1989 .....	798
11.9	Exemple de fiche pédagogique qui accompagne le programme de technologie industrielle du baccalauréat E (chapitre 7) 1989.....	799
11.10	Introduction officielle de la pédagogie par objectif (baccalauréat technologique F4 génie civil) 1989 .....	800
11.11	Liste chronologique de parution des normes relatives à l'analyse fonctionnelle, l'analyse de la valeur et le management par la valeur .....	801
11.12	Phases de discussion et d'élaboration de documents entre un « demandeur » et un « concepteur-réalisateur » .....	802
11.13	L'analyse de la valeur selon son concepteur, Lawrence Delos Miles .....	803
11.14	Arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédés pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit.....	803
11.15	Les sept points du plan d'une analyse de la valeur AFNOR.....	804
11.16	Procédure de définition du cahier des charges fonctionnel AFNOR .....	805
11.17	Caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions (exemple de tableau d'aide), AFNOR .....	806
11.18	Méthode d'inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié AFNOR .....	807
11.19	Diagramme FAST » (Fonction Analysis System Technique), représentation pour une solution des fonctions de service et des fonctions techniques dans leurs enchainements logiques AFNOR .....	807
11.20	Usage de cercles et de flèches pour représenter des liaisons entre éléments d'un système .....	808
11.20.1	Structure et relation avec l'extérieur d'un système automatisé .....	808
11.20.2	Mise en situation générale du système .....	808

11.21	Les quatorze outils susceptibles d'être mis en œuvre pour l'analyse du besoin et de pour l'analyse fonctionnelle.....	809
11.22	Dossier pédagogique en TSA : présentation des relations entre le programme, les apports de connaissances (*) et les documents de guidance (o) .....	810
11.23	Des illustrations de type bande dessinée pour rendre attrayant les documents (ici machine à laver le linge) remis aux élèves de TSA .....	811
11.24	Exemple de dossier pédagogique en seconde TSA : dossiers « technique », « élève » et « professeur ».....	812
11.24.1	Dossier « technique » en seconde TSA .....	812
11.24.2	Dossier « élève » en seconde TSA .....	813
11.24.3	Dossier « professeur » en seconde TSA.....	814
11.25	Analyse fonctionnelle descendante de type SADT, ou structure relationnelle hiérarchisée.....	815
11.25.1	Modèle général d'une analyse descendante de type SADT.....	815
11.25.2	Analyse fonctionnelle descendante de type SADT appliquée à l'étude d'une machine à laver le linge.....	816
11.26	Formalisme général ou modèle général d'un module d'activité SADT.....	817
11.26.1	Formalisme général d'un module d'activité SADT.....	817
11.26.2	Modèle général d'un module d'activité SADT.....	817
11.27	Représentation d'un système par un module SADT unique .....	818
11.27.1	Machine à laver le linge.....	818
11.27.2	Ligne de conditionnement de savons.....	818
11.28	Exemple de décomposition selon SADT.....	819
11.29	Structure d'un système automatisé selon la norme GRAFCET (parties commande et opérative) à l'aide de SADT .....	820
11.30	Structure d'un système automatisé selon la référence au GRAFCET à l'aide de SADT (application de l'exemple précédent – cf. annexe 11-29 - ou invention ?) .....	821
11.31	Similitude entre fonction globale et module A-0 SADT .....	822
11.31.1	Fonction globale d'un distributeur de boissons .....	822
11.31.1	Module A-0 d'un distributeur de boissons .....	822
11.32	L'analyse systémique source d'inspiration de l'enseignement de l'électronique.....	823
11.33	Schéma d'étude d'un système dont fait partie un objet technique selon la méthode d'analyse systémique en électronique .....	824
11.34	Différentes classes de systèmes .....	824
11.35	Exemple de diagramme sagittal utilisé en électronique .....	825
11.36	Exemple de schéma fonctionnel de niveau II utilisé en électronique.....	825
11.37	Exemple de représentation de l'architecture interne d'un objet à l'aide de fonctions principales.....	826
11.38	Exemple de décomposition d'une fonction principale en fonctions secondaires.....	826
11.39	Résumé des quatre niveaux d'analyse fonctionnelle d'un objet technique selon la méthode d'analyse systémique.....	827
11.40	Deux représentations pour un même système, l'illustration de la complexité de la représentation graphique sous forme hiérarchisée (exemple d'un store automatique) .....	828
11.40.1	Confusion sur matière d'œuvre due à une mauvaise appréciation de la finalité du système et proposition correcte .....	828
11.40.2	Différence d'appréciation entre entrées de la fonction et données de contrôle, ainsi que sur le formalisme graphique.....	829
11.40.3	Confusion entre structure mécanique et fonction du mécanisme.....	830
11.41	La SADT dans les manuels scolaires .....	831

11.41.1	Les fonctions de base d'une partie commande chez Dunod.....	831
11.41.2	Manipulation de boitiers dans un système automatisé chez Casteilla.....	831
11.41.3	Diagrammes multiples chez Delagrave.....	832
11.42	Avec Casteilla la SADT pénètre dans l'enseignement supérieur.....	833
11.43	Système automatisé : un schéma en passe de devenir canonique (de la classe de seconde à l'enseignement supérieur).....	833
11.44	Deux points de vue pour un système automatisé chez Nathan.....	834
11.44.1	La notion de cerveau pour une analogie avec l'homme.....	834
11.44.2	Une forme canonique simplifiée d'un système automatisé.....	834
11.45	Approche fonctionnelle, temporelle et matérielle des systèmes.....	835
11.46	Tradition chez Foucher, le mouton-pendule de Charpy.....	836
11.46.1	Le mouton-pendule Charpy dans un manuel scolaire de TSA en 1986.....	836
11.46.2	Le mouton-pendule Charpy dans un manuel scolaire (sans photographie) en 1949.....	836
11.47	Modernité chez Foucher, le personnage de bande dessinée.....	837
11.48	Pas de SADT chez Foucher mais des graphes fonctionnels.....	838
11.48.1	Grphe fonctionnel d'une partie commande.....	838
11.48.2	Grphe fonctionnel d'une partie opérative.....	838
11.49	Les liens entre les différentes phases de l'élaboration d'un produit et les services de l'entreprise vu par Foucher	839
11.50	Synthèse de la démarche d'analyse fonctionnelle par Delagrave.....	840
11.51	Radio-cassette et milieux humain, physique, économique et technique associés chez Delagrave (relation avec l'environnement selon NF X 50-153 mai 1985).....	840
11.52	Glossaire du vocabulaire de l'analyse systémique et de l'analyse de la valeur (Delagrave).....	841
11.53	Neuf combinaisons possibles entre matière d'œuvre et valeur ajoutée (Dunod).....	842
11.54	Une synthèse de la représentation des systèmes (Dunod).....	842
11.55	Structure interne d'un système automatisé « ouvert » (Dunod).....	843
11.55.1	Structure générale.....	843
11.55.2	Structure interne.....	843
11.56	Schéma fonctionnelle de l'organisation interne d'un système autre qu'automatisé sur le modèle « partie opérative / partie commande » (Dunod).....	844
12.1992-1999,	l'entrée de la technologie dans les classes préparatoires - Le paradigme des chaînes fonctionnelles.....	845
12.1	Définitions et exemples de « constituants (d'automatismes) » et de « composants » d'après le guide d'équipement de la seconde TSA.....	846
12.2	Exemple de tableau de présentation des compétences attendues en fin de seconde TSA (programme 1992).....	847
12.3	Les modes de représentations graphiques susceptibles d'être utilisés en seconde TSA en 1988.....	848
12.4	Représentation d'une chaîne fonctionnelle et de ses constituants (programme de TSA 1992).....	849
12.5	Typologie des graphismes techniques utilisés en seconde TSA d'après Janrené Doulin (1996).....	850
12.6	Liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de seconde TSA.....	851
12.7	Points de vue associés aux thèmes d'étude.....	852
12.8	Organisation de travaux pratique tournants (6 binômes différents et 6 TP différents répartis sur 6 semaines).....	853
12.9	Cycles de formation sous forme de travaux pratiques en seconde TSA.....	854



12.10	Nature et contenus des dossiers accompagnant les systèmes didactisés en seconde TSA .....	855
12.11	Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de première et de terminale de la série S technologie industrielle .....	856
12.12	Évolution des titres de chapitre du programme de technologie des classes de première et de terminale de la série S technologie industrielle .....	856
12.13	Démarche technologique d'analyses descendante et ascendante pratiquée au baccalauréat S technologie industrielle (1992) .....	857
12.14	Niveaux taxonomiques en classes de première et de terminale du baccalauréat technologique sciences et technologies industrielles (STI). Programmes d'enseignement 1993 .....	858
12.15	Organigramme des filières de classes préparatoires .....	859
12.16	Horaires des classes préparatoires (hors TSI et ATS) .....	860
12.16.1	Horaires des classes préparatoires en 1 <sup>re</sup> année .....	860
12.16.2	Horaires des classes préparatoires en 2 <sup>e</sup> année .....	861
12.17	Cycle de vie d'un système ou d'un produit .....	862
12.18	Liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de CPGE PTSI .....	863
12.19	Propositions d'organisation de l'enseignement des sciences industrielles, CPGE PTSI .....	864
12.20	Exemple de fiche descriptive de support de travaux pratiques en sciences industrielles, CPGE PTSI (extrait) 865	
12.21	Représentation graphique d'un système par un simple rectangle et notion de valeur ajoutée .....	866
12.21.1	Casteilla 1994 (seconde TSA) .....	866
12.21.2	Hachette Technique 1994 (seconde TSA) .....	867
12.21.3	Foucher 1994 (1 <sup>re</sup> et terminale S technologie industrielle) .....	867
12.21.4	Delagrave 1997 (seconde TSA) .....	868
12.21.5	Casteilla 1996 (première année de Classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur) .....	868
12.21.1	Foucher 1997 (première année de classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur) .....	868
12.22	Définition de la fonction globale et représentation graphique épurée .....	869
12.23	La faiblesse de la notion de fonction globale conduit à une analyse superficielle et à des résultats incorrects 869	
12.24	Exemple de document déposé chez un huissier par la société APTE ( <i>avec son aimable autorisation</i> ) ....	870
12.25	Vingt-deux outils d'usage général ou dédiés à la démarche de conception utilisés dans l'industrie .....	871
12.26	Méthodes d'analyse fonctionnelle .....	872
12.27	Expression fonctionnelle du besoin selon la méthode APTE, à l'aide d'une « bête à cornes » .....	873
12.27.1	Modèle de la bête à corne déposé par APTE® chez un huissier en 1984 .....	873
12.27.2	Un minuteur (collège) .....	873
12.27.3	Une pince à linge (BTS conception des produits industriels) .....	874
12.27.4	Modèle général (baccalauréat scientifique technologie industrielle) .....	874
12.27.5	Un levier de vitesse tous niveaux (lycée et supérieur BTS, DUT, CPGE) .....	875
12.27.6	Une paire de ciseaux (baccalauréat technologique STI) .....	875
12.28	Diagramme « pieuvre » et « diagramme des interacteurs » .....	876
12.28.1	Un minuteur (collège) .....	876
12.28.2	Montage d'usinage (BTS productique) .....	876
12.28.3	Modèle d diagramme des interacteurs (Baccalauréat technologique STI) .....	877
12.28.4	Le modèle AFNOR et utilisation du diagramme des interacteurs (baccalauréat scientifique technologie industrielle) .....	877

12.29	L'analyse de la valeur au collège.....	878
12.30	Deux résumés succincts de la méthode de conception d'un produit .....	878
12.30.1	Résumé de la démarche AFNOR analyse fonctionnelle - analyse de la valeur (baccalauréat technologique STI).....	878
12.30.2	Un schéma très général (baccalauréat scientifique technologie industrielle) .....	879
12.31	Comparaison des méthodes AFNOR et APTE .....	880
12.32	Représentation graphique d'une chaîne fonctionnelle, de ses constituants et des fonctions d'automatisme associées selon le programme de la seconde TSA (1992).....	881
12.33	Organisation d'une chaîne fonctionnelle selon une structuration en « <i>fonctions de contrôle-commande</i> » proposée par des industriels spécialisés dans les automatismes (Télé mécanique).....	881
12.34	Utilisation du schéma d'une chaîne fonctionnelle à différents niveaux d'enseignement .....	882
12.34.1	Foucher 1993 (seconde TSA) .....	882
12.34.2	Delagrave 1997 (seconde TSA) .....	882
12.34.3	Nathan Technique 1998 (baccalauréat technologique STI) .....	883
12.34.4	1996 Casteilla (classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur).....	883
12.35	Lien entre chaîne fonctionnelle et parties opératives et commande .....	884
12.35.1	1996 Casteilla (seconde TSA).....	884
12.35.2	Hachette 1998 (seconde TSA) .....	884
12.35.3	1996 Nathan (tous niveaux d'automatisme) .....	884
12.36	Un schéma qui n'est pas isolé du monde extérieur (Foucher seconde TSA) .....	885
12.36.1	Analogie avec le corps humain.....	885
12.36.2	Un schéma presque complet possédant entrées et sorties.....	885
12.37	Nature des entrées et sorties des fonctions d'automatisme de la chaîne fonctionnelle .....	886
12.37.1	Les recommandations du guide d'équipement de la seconde TSA.....	886
12.37.2	La reprise par un manuel de classes préparatoires aux grandes écoles.....	886
12.38	Les frontières dans une chaîne fonctionnelle .....	887
12.39	Chaîne fonctionnelle, un outil pédagogique incontournable .....	888
12.40	Situation d'un constituant ou d'un composant à étudier au sein de la chaîne fonctionnelle.....	889
12.41	L'étude des fonctions d'automatisme, les nuances dans la formulation du nom des fonctions .....	890
12.41.1	Foucher 1993 (seconde TSA) .....	890
12.41.2	Delagrave 1997 (seconde TSA) .....	890
12.41.3	Hachette 1998 (seconde TSA) .....	890
12.42	Représentation d'une « <i>fonction opérative du point de vue comportemental</i> » d'après le guide d'équipement de la TSA .....	891
12.43	Un schéma qui se complexifie .....	891
12.44	L'insertion de la fonction « adapter » entre les fonctions « convertir » et « effectuer », signe d'une évolution à venir.....	892
12.45	Utilisation du diagramme FAST au collège.....	893
12.45.1	Principe de lecture du diagramme FAST.....	893
12.45.2	Décomposition fonctionnelle d'un rétroprojecteur.....	893
12.46	Diagramme FAST en classes préparatoires aux grandes écoles .....	894
12.46.1	FAST outil de présentation de l'existant .....	894
12.46.1	FAST outil d'étude fonctionnelle et structurelle .....	895

12.47	Diagramme FAST d'un vérin (baccalauréat technologique STI) .....	896
12.48	Décomposition fonctionnelle proche du diagramme FAST en 1967 .....	897
12.49	Utilisation du FAST en phase de conception ou d'analyse de l'existant (baccalauréat S technologie industrielle) .....	898
12.50	Guide de choix d'un vérin pneumatique sous forme de diagramme FAST .....	899
12.51	Bloc-diagramme d'un ôte-agrafe.....	900
12.52	Les trois outils graphiques de la méthode APTE (commande de réglage des phares d'une Citroën AX).....	901
12.52.2	Bloc-diagramme de commande de réglage des phares d'une Citroën AX .....	902
12.53	Forme originale de diagramme de liaisons .....	903
12.54	Bloc-diagramme d'une douille de lampe (APTE) .....	904
12.54.1	Version publiée sur la toile du réseau Internet .....	904
12.54.2	Version originale (avec l'aimable autorisation de la société APTE).....	905
12.55	Représentation topologique du bloc-diagramme et flux fonctionnels.....	906
12.55.1	Dessin illustratif de l'objet.....	906
12.55.2	Représentation topologique des composants et des flux de fonction.....	906
12.56	Arbre fonctionnel (différents modèles) .....	907
12.56.1	Arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédé pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit (Lawrence Delos Miles, 1966).....	907
12.56.2	Arbre de partition d'un ensemble (Lucien Géminard, 1970) .....	908
12.56.3	Arbre de conception (APTE, 1984).....	909
12.56.4	Arbre de décision (Jean-Pierre Mereau, 1995).....	910
12.57	Tableau d'analyse fonctionnelle technique (TAFT).....	911
13.2000-2009, l'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie - Le paradigme de l'approche système.....		912
13.1	Liste des membres du groupe d'experts sur les programmes scolaires des enseignements technologiques (2000-2002) .....	913
13.2	Modèle général d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002).....	914
13.3	Chaîne d'information et chaîne d'énergie d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002) .....	914
13.4	Schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique, synthèse.....	915
13.5	Présentation des programmes de seconde ISI en termes de compétences attendues .....	916
13.6	Organisation pédagogique par centres d'intérêt .....	917
13.7	Planning de travaux pratiques tournants.....	918
13.8	Structuration de l'étude des solutions constructives (constituants, composants, logiciels) par l'organisation des systèmes en chaînes d'énergie et d'information .....	919
13.8.1	Chaîne d'information .....	919
13.8.2	Chaîne d'énergie .....	919
13.9	Exemple d'organisation possible des huit heures hebdomadaires en première et terminale S sciences de l'ingénieur .....	920
13.10	Modeleur volumique et représentation en 3D .....	920
13.11	Rédaction des programmes des classes préparatoires TSI (Technologie et sciences industrielles) sous forme de compétences, de savoirs et savoir-faire associés et niveaux taxonomiques.....	921
13.11.1	Extrait du programme.....	921

13.11.2	Détails des niveaux taxonomiques .....	922
13.12	Particularités du schéma générique d'un système en classes préparatoires TSI (technologie et sciences industrielles) : réversibilité de la chaîne d'énergie .....	923
13.13	Écarts entre les fonctions de service attendues, réelles et simulées .....	923
13.14	L'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels dans la filière PT des classes préparatoires.....	924
13.15	La démarche ingénieur .....	924
13.16	Les différences entre technologie et sciences selon l'inspection générale des Sciences et techniques industrielles (STI).....	925
13.17	Définition des différentes démarches selon l'inspection générale STI.....	925
13.18	Version améliorée du schéma d'une chaîne fonctionnelle, version 1992 .....	926
13.18.1	Chaîne fonctionnelle avec repérage des interfaces de dialogue chez l'éditeur Casteilla .....	926
13.18.2	Chaîne fonctionnelle avec repérage des échanges d'information et d'énergie chez l'éditeur Foucher .....	927
13.19	Partie opérative qui s'apparente à une chaîne d'énergie générique (fonction distribuer en moins) chez l'éditeur Hachette.....	927
13.19.1	Chaîne fonctionnelle complète .....	927
13.19.2	Chaîne d'action seule avec matière d'œuvre .....	928
13.20	Bête à cornes (méthode APTE) dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée.....	928
13.20.1	Le modèle chez l'éditeur Casteilla.....	928
13.20.2	Le modèle chez l'éditeur Foucher .....	929
13.20.3	Une version allégée chez l'éditeur Foucher.....	929
13.21	Diagramme des interacteurs dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée.....	930
13.21.1	Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Foucher (classes de seconde) .....	930
13.21.2	Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Foucher (classes de première).....	930
13.21.3	Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Casteilla.....	931
13.21.4	Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Delagrave .....	931
13.22	Diagramme FAST en classe de seconde initiation aux sciences de l'ingénieur.....	932
13.22.1	Modèle de diagramme FAST chez l'éditeur Delagrave .....	932
13.22.2	Diagramme FAST chez l'éditeur Hachette .....	932
13.22.3	Diagramme FAST chez l'éditeur Nathan .....	933
13.23	Le retour de la SADT en seconde initiation aux sciences de l'ingénieur chez l'éditeur Delagrave .....	933
13.24	Fonction globale et décomposition fonctionnelle SADT d'un store automatique.....	934
13.25	Synthèse des méthodes d'analyse fonctionnelle et outils qui les accompagnent .....	935
13.25.1	Synthèse selon l'éditeur Casteilla.....	935
13.25.2	Synthèse selon l'éditeur Nathan.....	936
13.26	Un mélange des genres entre trois méthodes aboutit à des confusions.....	937
13.27	Introduction du schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique à tous les niveaux de l'enseignement de la technologie du collège aux classes préparatoires.....	938
13.27.1	Livret d'accompagnement du BTS conception et industrialisation en microtechniques (CIM) 2003.....	938
13.27.2	Classes préparatoires filière physique et technologie (PT) 2004.....	938
13.27.3	Collège .....	939
13.28	Diffusion du schéma fonctionnel générique d'un système dans les manuels scolaires .....	940
13.28.1	Manuel de sciences de l'ingénieur en seconde ISI – décomposition de la chaîne d'information (Nathan).....	940

13.28.2	Manuel de sciences de l'ingénieur en seconde ISI – décomposition de la chaîne d'énergie (Nathan)	.940
13.28.3	Manuel de sciences de l'ingénieur en première et terminale SI (Foucher)	941
13.28.4	Manuel de sciences de l'ingénieur en première et terminale SI (Hachette)	941
13.28.5	Manuel de première année de sciences industrielles pour l'ingénieur en classes préparatoires (Foucher)	942
13.28.6	Manuel de collège, une approche segmentée (Nathan)	943
13.29	Le schéma fonctionnel générique à l'épreuve écrite étude d'un système pluritechnique du baccalauréat S spécialité sciences de l'ingénieur	944
13.29.1	Tondeuse à gazon (sujet « 0 ») en 2003	944
13.29.2	Béquille de moto en 2003	945
13.29.3	Porte de tramway en 2004	946
13.29.4	Coffre électrique de 607 Peugeot en 2006	947
13.29.5	Machine de tri postal en 2007	948
13.30	Arceau de parking solaire à l'épreuve pratique de mise en œuvre d'un système pluritechnique du baccalauréat S spécialité sciences de l'ingénieur en 2007	949
14.L	L'après-2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Le paradigme de la démarche de l'ingénieur	950
14.1	Connaissances et macro-compétences associés en classes préparatoires ATS (projet de programme 2011)	951
14.2	Simulation du comportement d'un moteur à courant continu	952
14.3	Les capacités et compétences recherchées pour les ingénieurs diplômés	953
14.4	Taux de remplissage des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs en 2010	954
14.5	La démarche de l'ingénieur	954
14.5.1	Introduction de la « démarche ingénieur » en sciences industrielles pour l'ingénieur dans les classes préparatoires aux grandes écoles en 2006	954
14.5.2	Introduction de la « démarche de l'ingénieur » dans les programmes de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S en 2010	955
14.6	Démarche scientifique et compétences nécessaires à la mise en œuvre de la démarche de l'ingénieur	955
14.7	Présentation des programmes de sciences de l'ingénieur de la série S sous forme de tableau	956
14.8	Situation problème, démarche d'investigation et démarche de résolution de problèmes techniques (définition du document d'accompagnement des programmes)	956
14.9	Horaires des enseignements technologiques du Baccalauréat technologique sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)	957
14.10	Objectifs et compétences des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D	958
14.11	Programme des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D (extrait)	959
14.12	Tableau de mise en relation des compétences et des savoirs associés des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D	960
14.13	Désignation, coefficients, durée et nature des épreuves du baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)	961
14.14	Langage SysML, diagramme des cas d'utilisation (Use Case Diagram, uc)	962
14.15	Langage SysML, diagramme des exigences (Requirement Diagram, req)	962
14.15.1	Forme graphique	962
14.15.2	Forme tabulaire	962
14.16	Langage SysML, diagramme de définitions de blocs (Definition Block Diagram, bdd)	963
14.17	Langage SysML, diagramme de blocs internes (Internal Block Diagram, ibd)	963

14.18	Langage SysML, diagramme de séquences (Sequence Diagram, seq).....	964
14.19	Langage SysML, diagramme d'états (State Diagram, stm) .....	964
14.20	Langage SysML, diagramme paramétrique (Parametric Diagram, pd).....	965
14.21	Une représentation traditionnelle sans le recours à un diagramme SysML chez Hachette. ....	965
14.22	Représentation d'un constituant à l'aide d'un seul bloc fonctionnel.....	966
14.23	Quand la nouveauté fait oublier les règles de représentation établies de longue date.....	966
14.24	Les sections du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) qui disparaissent au profit d'une section unique du CAPET sciences industrielles de l'ingénieur .....	967
14.25	Les agrégations qui disparaissent au profit d'une agrégation unique de sciences industrielles de l'ingénieur.....	968
15.	La disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Un processus spécifique.....	969
15.1	Horaires des matières techniques puis de l'enseignement technologique de 1946 à 2011 .....	970
15.2	Évolutions des dénominations des enseignements et des horaires des épreuves d'examen.....	971
15.3	De l'organe au système, l'évolution des outils d'analyse par sédimentation des couches paradigmatiques d'études technologiques.....	982
15.4	Schéma du processus de construction didactique des paradigmes d'étude technologique.....	983
15.5	Création de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP) sous l'impulsion de l'inspection générale .....	984

# 1. Introduction

## 1.1 Filiation entre les baccalauréats technologiques STI et les spécialités du nouveau baccalauréat technologique STI2D

Anciens baccalauréats STI Sciences et technologies industrielles		spécialités du nouveau baccalauréat STI2D sciences et technologies de l'industrie et du développement durable			
		ITEC : innovation technologique et éco-conception	SIN : systèmes d'information et numérique	EE : énergies et environnement	AC : architecture et construction
Génie mécanique et ses options	Productique mécanique	XXX	-	-	X
	Systèmes motorisés	XX	X	-	-
	Structures métalliques	X	-	-	X
	Bois et matériaux associés	X	-	-	XX
	Matériaux souples	X	-	-	-
	Microtechniques	XXX	XX	-	-
Génie des matériaux		XXX	-	-	-
Génie électronique		-	XXX	-	-
Génie électrotechnique		-	-	XXX	-
Génie civil		X	-	-	XXX
Génie énergétique		-	-	XXX	X
Génie optique		XX	X	-	-

Filiation entre STI et STI2D : - = nulle, x = faible, xx = moyenne, xxx = élevée



## 1.2 Baccalauréats professionnels

- Aéronautique
- Aménagement et finitions du bâtiment
- Artisanat et métiers d'art (option : arts de la pierre; communication graphique; ébéniste; horlogerie; tapissier d'ameublement; vêtements et accessoire de mode; verrerie scientifique et technique; métiers de l'enseigne et de la signalétique; marchandisage visuel)
- Bio-industries de transformation
- Boucher charcutier traiteur
- Boulanger pâtissier
- Carrosserie, option construction
- Commerce
- Comptabilité
- Electrotechnique, énergie, équipements communicants
- Environnement nucléaire
- Esthétique cosmétique parfumerie
- Etude et définition de produits industriels
- Exploitation des transports
- Hygiène et environnement
- Industrie de procédés
- Industrie des pâtes, papiers, cartons
- Interventions sur le patrimoine bâti
- Logistique
- Maintenance de véhicules automobiles (option : voitures particulières; véhicules industriels; motocycles)
- Maintenance des équipements industriels
- Maintenance des matériels (option A : agricoles; option B : travaux publics et manutention; option C : parcs et jardins )
- Maintenance des systèmes mécaniques automatisés, option C : systèmes ferroviaires
- Métiers de la mode et industries connexes productique
- Maintenance nautique
- Métiers du pressing et de la blanchisserie
- Informatique et réseau : installation et maintenance
- Microtechniques
- Mise en oeuvre des matériaux (option : matériaux céramiques; matériaux métalliques moulés; industries textiles )
- Ouvrage du bâtiment : aluminium, verre et matériaux de synthèse
- Ouvrage du bâtiment : métallerie
- Photographie
- Pilotage de systèmes de production automatisée
- Plasturgie
- Poissonnier écailler traiteur
- Production graphique
- Production imprimée
- Productique mécanique, option décolletage

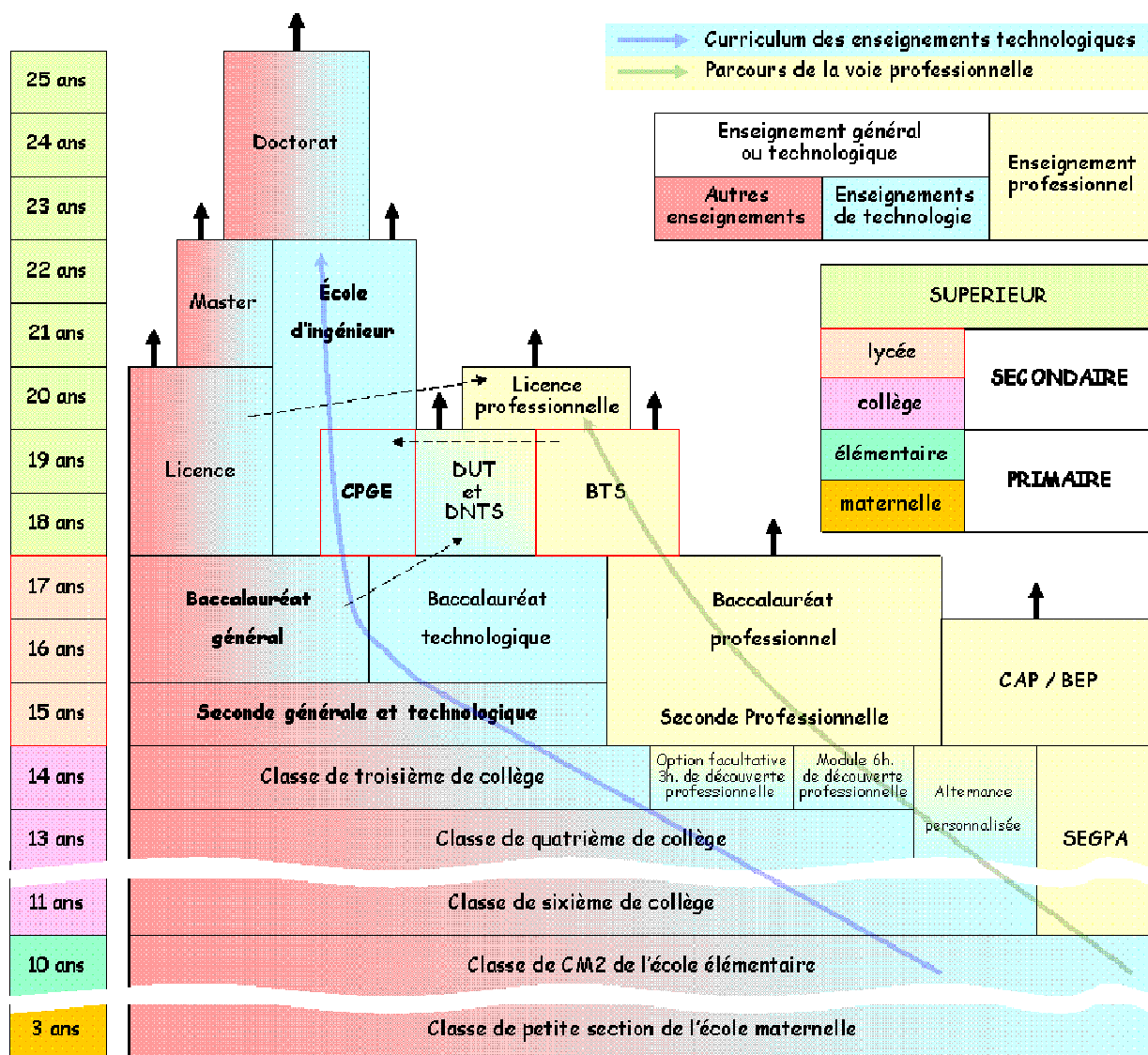
- Réparation des carrosseries
- Secrétariat
- Sécurité prévention
- Services (accueil, assistance, conseil)
- Services de proximité et vie locale
- Systèmes électroniques numériques
- Technicien aérostructure
- Technicien constructeur bois
- Technicien d'études du bâtiment (option A : études et économie; option B : assistant en architecture)
- Technicien d'usinage
- Technicien de fabrication bois et matériaux associés
- Technicien de maintenance des systèmes énergétiques et climatiques
- Technicien de scierie
- Technicien du bâtiment : organisation et réalisation du gros oeuvre
- Technicien du froid et du conditionnement de l'air
- Technicien en chaudronnerie industrielle
- Technicien en installation des systèmes énergétiques et climatiques
- Technicien géomètre topographe
- Technicien menuisier agenceur
- Technicien modeleur
- Technicien outilleur
- Traitements de surfaces
- Travaux publics
- Vente (prospection, négociation, suivi de clientèle)

### 1.3 Nomenclature des niveaux de formation.

Niveaux	Définitions	Ancien classement
		Niveaux correspondants de la circulaire du 22-12-1959 (1)
I et II	Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation de niveau égal ou supérieur à celui des écoles d'ingénieurs ou de la licence.	V
III	Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation du niveau du brevet de technicien supérieur, du diplôme des instituts universitaires de technologie, ou de fin de premier cycle de l'enseignement supérieur (deux ans de scolarité après le baccalauréat).	V
IV	IV a. — Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation du niveau du baccalauréat, du brevet de technicien (B.T.), du brevet supérieur d'enseignement commercial (B.S.E.C.) (trois ans de scolarité au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré). Provisoirement, formation du niveau du brevet d'enseignement industriel (B.E.I.), et du brevet d'enseignement commercial (B.E.C.).	IV
	IV b. — Personnel occupant un emploi de maîtrise ou titulaire du brevet professionnel ou du brevet de maîtrise (2 ans de formation au moins et de pratique professionnelle après l'acquisition d'une formation de niveau V).	III
	IV c. — Cycle préparatoire (en promotion sociale) à l'entrée dans un cycle d'études supérieures ou techniques supérieures.	IV bis
V	Personnel occupant des emplois exigeant normalement un niveau de formation équivalent à celui du brevet d'études professionnelles (B.E.P.) (deux ans de scolarité au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré) et du certificat d'aptitude professionnelle (C.A.P.). Provisoirement, formation du niveau du brevet d'études de premier cycle (B.E.P.C.).	II
V bis	Personnel occupant des emplois supposant une formation spécialisée d'une durée maximum d'un an au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré, du niveau du certificat de formation professionnelle.	I
VI	Personnel occupant des emplois n'exigeant pas une formation allant au-delà de la scolarité obligatoire.	I

Circulaire n° II/67/300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale (annexe : Nomenclature des niveaux de formation).

## 1.4 Curriculum des enseignements de technologie et voie de l'enseignement professionnel dans le système éducatif français en 2012.



Certaines passerelles ne sont pas représentées sur ce schéma. Le système des études de santé également en phase de changement n'est pas représenté. Les brevets de technicien (BT) sont confondus avec les baccalauréats professionnels (bac pro).

## **2. Le processus de disciplinarisation**

Pas d'annexe 2

### **3. L'enquête historique**

### 3.1 Détail de la nature et du nombre de textes recensés par la recherche

#### 3.1.1 Répartition des textes par catégories

Texte officiel	Nombre	Autres textes	Nombre
Arrêté	252	Articles de revue	180
Circulaire	122	Manuels scolaires et assimilés	133
Décret	95		
Note de service	40	Rapports, séminaires, comptes rendus, discours, commissions.	62
Loi	21		
Autre	9	Monographie, articles et rapports de recherche (histoire de l'éducation, didactique, sociologie), dictionnaires et encyclopédies	183
Instruction	6		
Ordonnance	5		
Notes et documents	1		
<b>Total</b>	<b>551</b>	<b>Total</b>	<b>558</b>

#### 3.1.2 Répartition des textes officiels par niveaux

Texte officiel	Nombre
Classes de seconde, baccalauréat technique, baccalauréat technologie industriel (TI), baccalauréat sciences de l'ingénieur (S)	122
ENSET et professeurs (recrutement, formation, concours)	108
CPGE (classes préparatoires aux grandes écoles)	83
ENP, collège technique et lycée technique (baccalauréat technologique)	67
Textes généraux	52
Arts et Métiers (concours, classes préparatoires)	34
CPGE technique T' concours spécial	29
Enseignement supérieur	14
Collège	12
Inspecteur et inspecteurs généraux	9
CPGE technologiques TA	6
Classes de seconde, baccalauréats technique, TI, S et technologiques	5
Enseignement professionnel	4
École primaire	3
Baccalauréats expérimentaux	3
<b>Total</b>	<b>551</b>

## **4. L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes**



## **4.1 Textes réglementaires et programmes scolaires des établissements de l'enseignement technique et EPS : Archives nationales**

### **4.1.1 Arts et Métiers**

AD XIX D 220 A. Brochure : programme des cours des Écoles nationales d'Arts et Métiers. 1880, 83 p.

F/17/14319. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1897). Programme des cours des écoles nationales Arts et Métiers. 57 p.

AD XIX D 211. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1902). Ordonnances, décrets, arrêtés et circulaires. Écoles nationales d'Arts et Métiers. 104 p.

### **4.1.2 ENP et ECPI**

AD XIX D 216. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Lois, décrets et arrêtés relatifs à la création et à l'organisation générale des Écoles nationales professionnelles. 109 p.

AD XIX D 215. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Programmes des cours des Écoles nationales professionnelles. 108 p.

AD XIX D 212. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Lois, décrets, arrêtés et circulaires. Écoles pratiques de commerce et d'industrie. 198 p.

AD XIX D 220 B/1. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Programmes des cours des écoles d'industrie de garçons. 75 p.

AD XIX D 220 B/2. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1902). Programme des cours des écoles d'industrie de filles. 66 p.

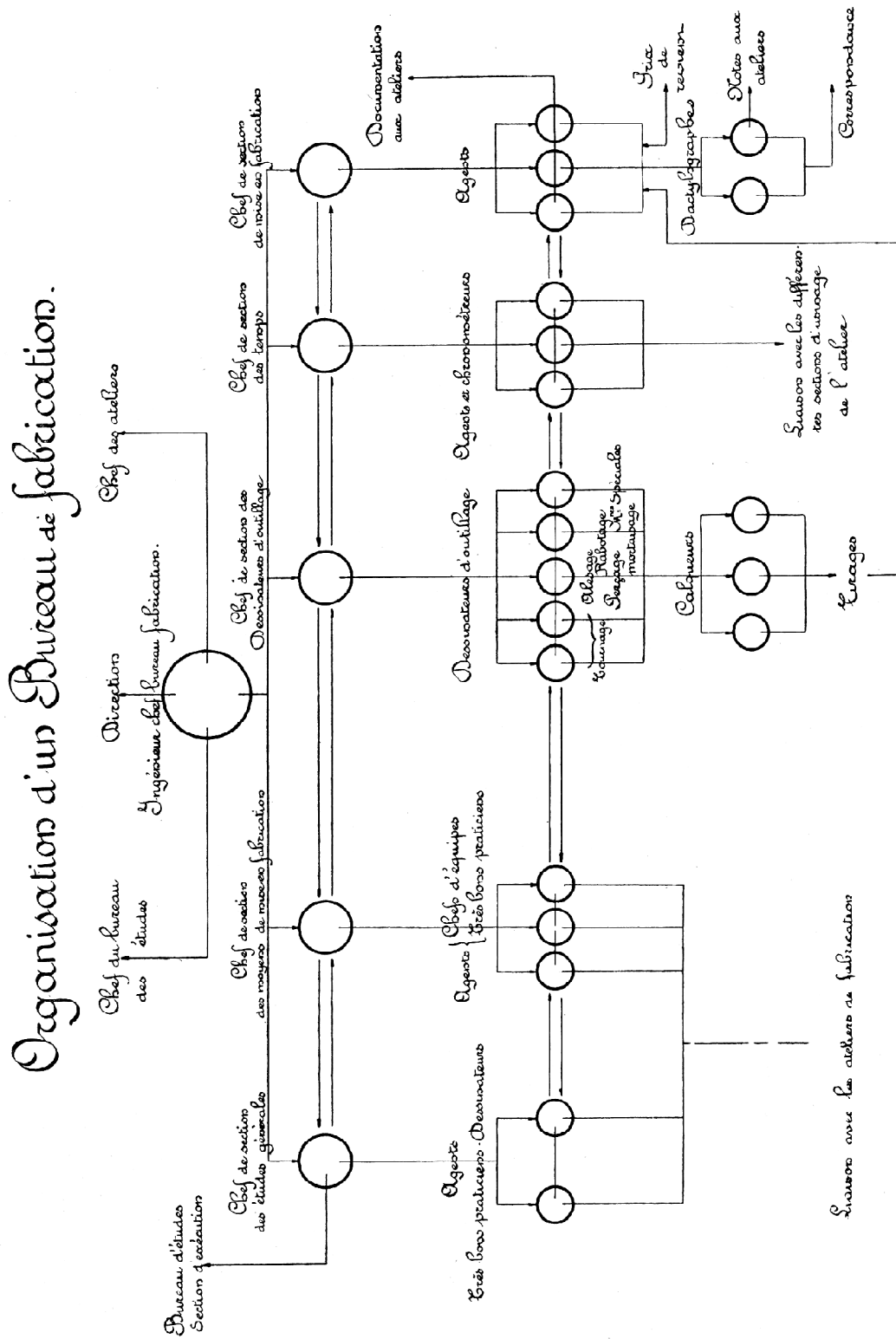
### **4.1.3 Professorat**

AD XIX D 210. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1901). Programme du concours pour le certificat d'aptitude au professorat industriel et au professorat commercial.

### **4.1.4 EPS**

F 17/9780. Ministère de l'instruction publique, des beaux arts, et des cultes. (1893). Décret et arrêtés du 21 janvier 1893. Programmes de l'enseignement primaire supérieur. (Écoles de garçons).

## 4.2 Organigramme d'un bureau de fabrication tel qu'il est étudié dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers dans les années 1930. Niveaux moyen et supérieur des postes de production



Druot A. (1939). *Cours de technologie d'atelier*. Paris : Eyrolles. (p. 47).

### 4.3 Projet de loi du 15 février 1867 relatif à l'enseignement technique, analyse et commentaires

Ce projet revêt une grande importance, car, s'il ne réglemente pas l'enseignement technique, c'est le premier texte qui tente d'organiser et de doter l'enseignement technique d'un cadre légal. L'exposé des motifs qui précède le texte de loi se termine ainsi :

*« La loi nouvelle viendra combler une lacune et assigner une place à l'enseignement technique dans ce vaste ensemble d'institutions pédagogiques dont la France a le droit de se montrer fière et satisfaite. »*

Concernant le titre du projet de loi le rapporteur a jugé utile de préciser :

*« L'adjectif technique a paru d'abord mieux approprié qu'un autre au sens qu'on voulait exprimer. Indépendamment de sa vérité étymologique, il a le mérite d'avoir été peu employé dans les discussions assez confuses auxquelles ont donné lieu les qualificatifs professionnel, industriel ».*

Le texte prend bien soin de distinguer l'enseignement technique de l'enseignement primaire et de l'enseignement spécial, il en tire même argument :

*« Cet enseignement ne devait, en effet, apporter aucune perturbation dans l'organisation de l'instruction publique, mais s'en détacher, à un point déterminé, comme un rameau distinct confié aux soins d'un autre ministère. ».*

*« L'application raisonnée, mais l'application et non la théorie pure, des connaissances scientifiques et artistiques constitue seule l'enseignement technique, et c'est cette application à l'industrie, à l'agriculture et au commerce qui en particularise l'objet. Ce caractère spécial et pratique justifie immédiatement l'attribution de l'enseignement, ainsi défini, au ministère auquel est dévolue la direction des intérêts économiques de la France, agriculture, commerce et travaux publics. ».*

*« L'enseignement technique n'a point pour destination de faire double emploi avec cette instruction générale qui conduit des notions les plus élémentaires aux connaissances les plus développées. Il les suppose, au contraire, acquises dans une étendue proportionnée à la destination qu'ambitionnent ses élèves ; il enseigne à pratiquer et à utiliser pour l'application les connaissances scientifiques et artistiques puisées ailleurs. ».*

L'enseignement technique ne commence qu'à l'âge de douze ans, le préfet est chargé de vérifier que l'enseignement dispensé est bien technique et non un enseignement général déguisé. Les programmes, arrêtés par le ministre ne sont pas obligatoires, la liberté de l'enseignement est réaffirmée, mais la création d'un examen facultatif apparaît comme la prémisse d'une future formation au professorat de l'enseignement technique :

*« La liberté de l'enseignement technique est formulée dans la faculté reconnue à tout Français de donner cet enseignement, sans aucune condition de diplôme, de stage ou d'autorisation préalable [...] elle ne se refuse pas à constater et à certifier la capacité de celui qui volontairement, et avant d'offrir ses leçons, aura demandé à justifier qu'il possède les connaissances nécessaires*

*pour les donner. Ceux qui voudront obtenir ce certificat purement facultatif, mais qui ne tardera pas, il faut l'espérer, à être un titre légitime à la confiance des familles, trouveront dans les programmes arrêtés par le ministre des guides salutaires pour leurs études, et dans le jury d'examen, des appréciateurs éclairés. ».*

Le besoin du conseil supérieur de l'enseignement technique, qui aura par la suite une importance capitale, est clairement exprimé :

*« L'enseignement technique, aussi bien que l'industrie elle-même, est tenu de se modifier et de suivre les progrès de la science et les exigences de la consommation. La flexibilité est donc de son essence et, par conséquent, il a besoin d'être attentif et averti dès qu'une de ces exigences ou une découverte nouvelle vient à se produire. »*

Les buts idéologiques assignés à l'enseignement techniques sont précisés :

*« ...relever le travail manuel à la hauteur d'un enseignement, [...] donner à cet enseignement le caractère, la dignité, la moralité et la sécurité dont jouissent les autres branches de l'instruction publique ».*

L'article 1, qui prend la forme d'une définition de l'objet de l'enseignement technique, marque l'empreinte très nette du ministère du commerce :

*« L'enseignement technique a pour objet la pratique des arts utiles et l'application des connaissances scientifiques aux diverses branches de l'agriculture, de l'industrie et du commerce. »*

Le vote de cette loi n'aura jamais lieu, cependant, l'existence du projet et du travail préparatoire à sa rédaction a rapidement des conséquences.

En 1868, le vote d'un crédit de 150 000 francs au ministère du commerce dans le but d'encourager l'enseignement technique favorise, en 1870<sup>1</sup>, la création d'une commission permanente auprès du ministère de l'agriculture et du commerce qui prend le titre de Conseil supérieur de l'enseignement technique. Ce Conseil est composé de 31 membres « ... choisis dans les Assemblées délibératives, le Haut Enseignement du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers, le Comité des Arts et Manufactures, la grande Industrie, l'Enseignement libre et l'Administration. ». Ce conseil<sup>2</sup> doit apporter au ministre « ... le concours le plus éclairé, [et témoigner] de l'intérêt que porte l'État au développement d'un enseignement lié si étroitement au progrès de l'industrie française. » Chargé de la répartition des subventions de l'État (500 000 francs annuel) et de l'inspection des écoles techniques, il émet un avis sur les programmes et les méthodes à recommander et produit un rapport annuel.

En 1874 le général Morin<sup>3</sup>, qui présidait une sous-commission ayant fait le déplacement en Angleterre, présente au Conseil supérieur de l'enseignement technique

---

<sup>1</sup> Décret du 19 mars 1870.

<sup>2</sup> Il fonctionne jusqu'en 1940. Il est remplacé par un simple Conseil de l'enseignement technique en 1946, supprimé en 1960.

<sup>3</sup> Un des vice-présidents du Conseil supérieur de l'enseignement technique, il est membre de l'Institut et directeur du Conservatoire des Arts et Métiers.

les principes devant présider au développement de l'enseignement technique à ces divers degrés. Approuvé par le ministre, une fois adopté, ce rapport sera adressé aux préfets dans le but de le faire connaître aux différents établissements intéressés et de leur en proposer l'application. Morin rappelle que « ... les ateliers d'apprentissage étaient l'un des moyens que l'on peut employer avec le plus de succès pour former sûrement et en peu de temps des ouvriers convenablement instruits ». Ce rapport s'apparente sous certains aspects à des recommandations pédagogiques. « Le dessin linéaire étant le point de départ et l'auxiliaire de tous les autres [...] c'est par celui-là et par ses principes élémentaires qu'il convient de débiter. » Concernant « ... les écoles de dessin technique industriel ou artistique », reliées ou non aux ateliers d'apprentissage, « ... elles doivent être regardées comme la base de l'apprentissage [...] indispensable pour la pratique de toute industrie ». Étant donné les faibles moyens, la reproduction d'images ou d'objets réels par les élèves est recommandée. Cependant des crédits sont ouverts pour l'acquisition de collections de modèles préparés par le Conservatoire des Arts et Métiers (formes, proportions, dimension et assemblages pour les travaux de maçonnerie, de menuiserie, de mécanique, etc.). Un chapitre est consacré à l'instruction technique des jeunes filles, qui se dirigent vers les branches de productions textiles. L'existence d'ateliers d'apprentissage de la couture, la confection en grand et l'introduction de la machine à coudre permettent une production économique de vêtements, source de bénéfices industriels considérables. Le rapport insiste également sur l'importance du rôle et du nécessaire développement des écoles d'Arts et Métiers, de l'enseignement technique supérieur et des cours publics de sciences appliquées.

Cependant, alors que la commission d'enquête sur l'enseignement professionnel préconise des écoles techniques spécialisées tournées vers les travaux pratiques, et donc à ce titre rattachées au ministère de l'industrie, c'est au ministère de l'instruction publique que l'on doit les premiers soutiens aux réalisations concrètes d'écoles d'apprentissage ou écoles professionnelles. Il tente ainsi par l'intermédiaire de son directeur de l'enseignement primaire de la Seine, Octave Gréard de reprendre la main. Il s'agit d'installer des ateliers de travail manuel dans les écoles. La première réalisation verra le jour en 1872 avec l'ouverture des portes de l'École Diderot, première école professionnelle de la ville de Paris, destinée à « former des ouvriers habiles et instruits » aux différents métiers de la forge, de la mécanique (ajustage et usinage sur machine-outil tel que tour), de la plomberie, du bois et même de l'électricité.

Ces événements annoncent le texte de loi sur les écoles manuelles d'apprentissage de 1880.

## 4.4 Les ordres secondaire, primaire et technique au début du XXe siècle

	Enseignement secondaire	Enseignement primaire supérieur		Enseignement technique	
		BS 3		Écoles des Arts et Métiers	
17 ans	Classe terminale	BS 2		DEB	CEPI
16 ans	Classe de 1 <sup>re</sup>	BS 1	4 <sup>e</sup> a.	4 <sup>e</sup> a.	4 <sup>e</sup> a.
15 ans	Classe de 2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup> année EPS	3 <sup>e</sup> année CC	3 <sup>e</sup> année ENP	3 <sup>e</sup> année EPCI
14 ans	Classe de 3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup> année EPS	2 <sup>e</sup> année CC	2 <sup>e</sup> année ENP	2 <sup>e</sup> année EPCI
13 ans	Classe de 4 <sup>e</sup>	1 <sup>re</sup> année EPS	1 <sup>re</sup> année CC	1 <sup>re</sup> année ENP	1 <sup>re</sup> année EPCI
12 ans	Classe de 5 <sup>e</sup>	Cours prépa.	Cours prépa.	Cours prépa.	Cours prépa.
11 ans	Classe de 6 <sup>e</sup>	<b>Enseignement primaire élémentaire</b>			
10 ans	<b>Classes élémentaires des lycées</b>				
9 ans					
8 ans					
7 ans					
6 ans					

**BS** Classes de Brevet supérieur  
**CC** Cours complémentaires  
**CEPI** Certificat d'études pratiques industrielles  
**DEB** Diplôme d'élève breveté des ENP  
**ENP** Écoles nationales professionnelles  
**EPCI** Écoles pratiques de commerce et d'industrie  
**EPS** Écoles primaires supérieures

Les classes encadrées en traits pleins correspondent aux classes «normales» de chaque établissement au début du xx<sup>e</sup> siècle.  
 Les classes encadrées en pointillés indiquent celles qui pouvaient être effectuées.

Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965). L'État - L'école - Les entreprises et la certification des compétences*. Paris : Belin. (p. 56).

## **4.5 Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM), textes réglementaires relatifs à leur création (1806-1964).**

Acte du 6 ventôse, an XI, et décret du 5 septembre 1806 relatifs à l'école d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne.

Arrêté du 23 ventôse, an XII, relatif à l'école d'Arts et Métiers d'Angers.

Ordonnance du 30 juin 1843, relative à l'école d'Arts et Métiers d'Aix-en-Provence.

Loi du 10 mars 1881 créant l'École nationale d'Arts et Métiers de Lille.

Loi du 21 juillet 1891 créant à Cluny une école nationale d'Arts et Métiers.

Loi du 5 avril 1906 créant l'École nationale d'Arts et Métiers de Paris (la construction de l'école dure quatre années, de 1909 à 1912, l'école ouvre le 14 octobre 1912).

Décret du 2 février 1959. Créant l'École nationale d'ingénieur Arts et Métiers de Talence-Bordeaux.

Décret du 15 novembre 1961. Créant l'École nationale d'ingénieur Arts et Métiers de Brest.

Arrêté du 18 juillet 1962. Créant l'École nationale d'ingénieur Arts et Métiers de Metz.

Décret du 21 mai 1964. Créant les Écoles nationales d'ingénieur Arts et Métiers de Belfort et Saint-Etienne.

Décret du 6 juillet 1964. Créant l'École nationale d'ingénieur Arts et Métiers de Tarbes.

## **4.6 Écoles nationales professionnelle (ENP)**

### **4.6.1 Écoles nationales professionnelle (ENP), années de création (1880-1948).**

Décret du 9 juillet 1881. Créant une École nationale primaire supérieure et professionnelle, à Vierzon (Cher).

Décret du 10 mars 1882. Portant création d'une École nationale primaire supérieure et professionnelle, à Armentières (Nord).

Décret du 26 juillet 1882. Portant création d'une École nationale primaire supérieure et professionnelle, à Voiron (Isère).

Décret du 13 octobre 1898. Portant création d'une École nationale primaire supérieure et professionnelle, à Nantes (Loire-Atlantique).

Loi du 25 juillet 1914 créant l'École nationale professionnelle de Tarbes.

Loi du 25 novembre 1918 créant l'École nationale professionnelle d'Épinal.

Loi de finances du 13 juillet 1925, article 248, créant : l'École nationale professionnelle de Lyon (garçons), l'École nationale professionnelle de Morez, l'École nationale professionnelle de Bourges (jeunes filles), l'École nationale professionnelle de Thiers, l'École nationale professionnelle de Saint-Etienne.

Loi de finances du 27 décembre 1927, article 101, créant l'École nationale professionnelle de Creil (garçons).

Loi de finances du 30 mars 1929, articles 59 et 61 modifiant les articles 40 et 44 de la loi du 25 juillet 1919 et article 60 créant l'École nationale professionnelle de Vizille (jeunes filles).

Loi de finances du 16 avril 1930, articles 160 et 162 créant les Écoles nationales professionnelles de Poligny (jeunes filles), de Saint-Ouen, de Chalon-sur-Saône, de Metz et d'Égletons.

Loi de finances du 31 mars 1931, article 93 créant les Écoles nationales professionnelles de Nancy, de Montluçon et de Limoges.

Loi de finances du 31 mars 1932, article 116, créant l'École nationale professionnelle de Creil (jeunes filles) et d'Oyonnax.

Loi du 25 juillet 1936 créant l'École nationale professionnelle de Lyon (jeunes filles).

Loi de finances n° 48-1992 du 31 décembre 1948 créant l'École nationale professionnelle de jeunes filles de Strasbourg.

#### **4.6.2 Écoles nationales professionnelle (ENP), liste alphabétique.**

ENP d'Armentières (garçons) ;  
ENP de Bourges (jeunes filles) ;  
ENP de Chalon-sur-Saône (garçons) ;  
ENP de Creil (garçons) ;  
ENP de Creil (jeunes filles) ;  
ENP d'Égletons (garçons) ;  
ENP d'Épinal (garçons) ;  
ENP de Limoges (mixte) ;  
ENP de Lyon (garçons) ;  
ENP de Lyon (jeunes filles) ;  
ENP de Metz (garçons) ;  
ENP de Montluçon (garçons) ;  
ENP de Morez (garçons) ;  
ENP de Nancy (garçons) ;  
ENP de Nantes (garçons) ;  
ENP d'Oyonnax (garçons) ;  
ENP de Poligny (jeunes filles) ;  
ENP de Saint-Etienne (garçons) ;  
ENP de Saint-Ouen (garçons) ;  
ENP de Strasbourg (jeunes filles) ;  
ENP de Tarbes (garçons) ;



ENP de Thiers (garçons) ;  
 ENP de Toulouse (garçons) ;  
 ENP de Vierzon (garçons) ;  
 ENP de Vizille (jeunes filles) ;  
 ENP de Voiron (garçons).

#### 4.7 Écoles nationales d'horlogerie (ENH), textes réglementaires relatifs à leur création (1853)

Décret royal sarde du 31 mars 1848 et décret impérial du 30 novembre 1863 relatifs à l'école d'horlogerie de Cluses.

Loi du 3 juillet 1891 créant une École nationale d'horlogerie à Besançon.

#### 4.8 Liste des Écoles pratiques de commerces et d'industrie (EPCI) en 1903

LISTE DES ÉCOLES PRATIQUES DE COMMERCE  
 ET D'INDUSTRIE  
 EXISTANT AU 15 AOÛT 1903.

ÉCOLES PRATIQUES DE COMMERCE (GARÇONS).

Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

ÉCOLES PRATIQUES DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE (GARÇONS).

Agen (Lot-et-Garonne). Béziers (Hérault). Brest (Finistère). Cette (Hérault). Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Cluny (Saône-et-Loire). Dijon (Côte-d'Or). Fourmies (Nord). Grenoble (Isère). Limoges (Haute-Vienne). Le Mans (Sarthe). Le Puy (Haute-Loire).	Marmande (Lot-et-Garonne). Maubeuge (Nord). Mazamet (Tarn). Mende (Lozère). Narbonne (Aude). Nîmes (Gard). Pamiers (Ariège). Reims (Marne). Roanne (Loire). Romans (Drôme). Thiers (Puy-de-Dôme). Vienne (Isère).
--	--

ÉCOLES PRATIQUES DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE (FILLES).

Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Dijon (Côte-d'Or). Le Havre (Seine-Inférieure). Marseille (Bouches-du-Rhône).	Nantes (Loire-Inférieure). Reims (Marne). Rouen (Seine-Inférieure). Saint-Étienne (Loire).
--	---

ÉCOLES PRATIQUES D'INDUSTRIE (GARÇONS).

Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Brive (Corrèze). Elbeuf (Seine-Inférieure). Firminy (Loire). Le Havre (Seine-Inférieure). Lille (Nord). Marseille (Bouches-du-Rhône). Montbéliard (Doubs).	Morez (Jura). Pont-de-Beauvoisin (Isère). Rennes (Ille-et-Vilaine). Rive-de-Gier (Loire). Rouen (Seine-Inférieure). Saint-Chamond (Loire). Saint-Étienne (Loire). Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
---	--

AD XIX D 212. Ministère du commerce et de l'Industrie. (1903). Lois, décrets, arrêtés et circulaires. Écoles pratiques de commerce et d'industrie.

## 4.9 Horaires des écoles pratiques d'industrie de garçons (1893)

### PROGRAMME-TYPE <sup>(1)</sup> DES COURS DES ÉCOLES PRATIQUES D'INDUSTRIE DE GARÇONS.

#### HORAIRE.

PAGES.	NOMBRE D'HEURES DE CLASSE PAR SEMAINE.			
	1 <sup>re</sup> ANNÉE.	2 <sup>e</sup> ANNÉE.	3 <sup>e</sup> ANNÉE.	
	heures.	heures.	heures.	
<b>I. ENSEIGNEMENT INDUSTRIEL :</b>				
Ateliers.....	6	30	30	33
Dessin.....	20	6	6	6
Géométrie.....	29	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Mécanique.....	33	"	"	1 1/2
Économie industrielle..	36	"	"	1 1/2
TOTAUX.....		37 1/2	37 1/2	43 1/2
<b>II. ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL :</b>				
Langue française.....	38	3	3	1 1/2
Histoire.....	40	1 1/2	1 1/2	"
Géographie.....	51	1 1/2	1 1/2	"
Histoire naturelle et hy- giène.....	58	"	1 1/2	1 1/2
Physique.....	61	1 1/2	1 1/2	"
Chimie.....	65	"	1 1/2	1 1/2
Arithmétique.....	69	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Comptabilité.....	72	"	"	1 1/2
TOTAUX.....		9	12	7 1/2
III. ÉTUDES.....		9	9	9

<sup>(1)</sup> Ce programme, arrêté par le Comité d'inspection régionale de l'enseignement industriel, n'est pas obligatoire par lui-même. Il a été élaboré pour guider les conseils de perfectionnement dans la préparation des programmes spéciaux des diverses écoles, conformément aux dispositions de l'article 22 du décret du 22 février 1893.

## 4.10 Horaire des Écoles nationales professionnelles (ENP, 1903)

### II. — HORAIRE HEBDOMADAIRE.

MATIÈRES D'ENSEIGNEMENT.	PAGES.	NOMBRE D'HEURES DE CLASSE PAR SEMAINE.			
		En 1 <sup>re</sup> ANNÉE.	En 2 <sup>e</sup> ANNÉE.	En 3 <sup>e</sup> ANNÉE.	En 4 <sup>e</sup> ANNÉE.
<b>I. ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL.</b>					
Morale, instruction civique et économie industrielle.....	5	1	"	1	1
Écriture.....	13	1	"	"	"
Grammaire et exercices.....	14	2	1	"	"
Lecture et récitation.....	19	2	2	1	1
Composition française.....	21	1	1	"	"
Histoire et instruction civique...	23	2	2	"	"
Géographie.....	29	2	2	"	"
Langue étrangère.....	33	2	2	2	2
<b>TOTAUX.....</b>		<b>13</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>II. ENSEIGNEMENT TECHNIQUE THÉORIQUE.</b>					
Arithmétique.....	39	2	1 1/2	"	"
Algèbre.....	43	1	1 1/2	1 1/2	1
Géométrie.....	46	3	3	2	1
Trigonométrie.....	53	"	"	(1) 1	"
Géométrie descriptive.....	55	"	"	1 1/2	1 1/2
Comptabilité.....	59	"	"	1	"
Physique.....	61	1 1/2	2	2	2
Chimie.....	70	1 1/2	2	1	1
Physiologie et hygiène.....	77	"	"	"	1
Mécanique.....	80	"	"	2	2
Technologie.....	84	"	"	1	1
<b>TOTAUX.....</b>		<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>10 1/2</b>
<b>III. ENSEIGNEMENT TECHNIQUE PRATIQUE.</b>					
Dessin d'ornement.....	91	2	"	"	"
Dessin géométrique.....	93	4	6	6	6
Ateliers.....	98	12	18	24	30
<b>TOTAUX.....</b>		<b>18</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>36</b>
<b>IV. ÉTUDES.....</b>					
<b>TOTAUX GÉNÉRAUX...</b>		<b>22</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>11 1/2</b>
		<b>62</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>62</b>

(1) Une heure pendant le premier semestre seulement. Dans le dernier trimestre, l'heure ainsi devenue disponible sera consacrée en surplus à la comptabilité et spécialement à la tenue de livres.

## 4.11 Horaires des Écoles primaires supérieures de garçons (1893)

Proximité des horaires d'enseignement général des EPS avec ceux de collèges et détail des 10 et demie heures hebdomadaire d'atelier et de dessin des sections industrielles.

TABLEAU A.  
—  
**PROGRAMMES**  
DES ÉCOLES PRIMAIRES SUPÉRIEURES PUBLIQUES  
DE PLEIN EXERCICE.  
—  
ÉCOLES DE GARÇONS.  
—  
**RÉPARTITION**  
DES MATIÈRES DE L'ENSEIGNEMENT.

MATIÈRES DE L'ENSEIGNEMENT.	NOMBRE TOTAL D'HEURES PAR SEMAINE.								
	ENSEIGNEMENT général.			SECTION industrielle.		SECTION commerciale.		SECTION agricole.	
	1 <sup>re</sup> année.	2 <sup>e</sup> . année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.
	1 <sup>re</sup> année.	2 <sup>e</sup> . année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.	2 <sup>e</sup> année.	3 <sup>e</sup> année.
Morale. . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Langue française. . . . .	5	5	4	2	2	2	2	2	2
Écriture. . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Histoire et instruction civique. . . . .	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Géographie. . . . .	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Langues vivantes. . . . .	3	3	2	"	"	4	4	"	"
Mathématiques. . . . .	4	3	3	3	3	2	2	2	2
Comptabilité et tenue des livres. . . . .	"	1	1	2	2	3	3	1	1
Physique et chimie. . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Histoire naturelle et hygiène. . . . .	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Agriculture et horticulture. . . . .	1	1	1	"	"	"	"	3	3
Droit usuel, économie poli- tique. . . . .	"	"	1	"	1	"	1	"	1
Dessin et modelage. . . . .	3	3	3	4 1/2	4 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Travaux manuels et agricoles. . . . .	4	4	4	6	6	2	2	6	6
Gymnastique. . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Chant. . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Heures à répartir suivant les besoins du service. . . . .	"	"	"	2 1/2	1 1/2	4 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2
<b>TOTAUX. . . . .</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

F 17/9780. Ministère de l'instruction publique, des beaux arts, et des cultes. (1893). Décret et arrêtés du 21 janvier 1893. Programmes de l'enseignement primaire supérieur. (écoles de garçons). (p. 13).



## 4.13 Horaires des écoles primaires supérieures de garçons (1909)

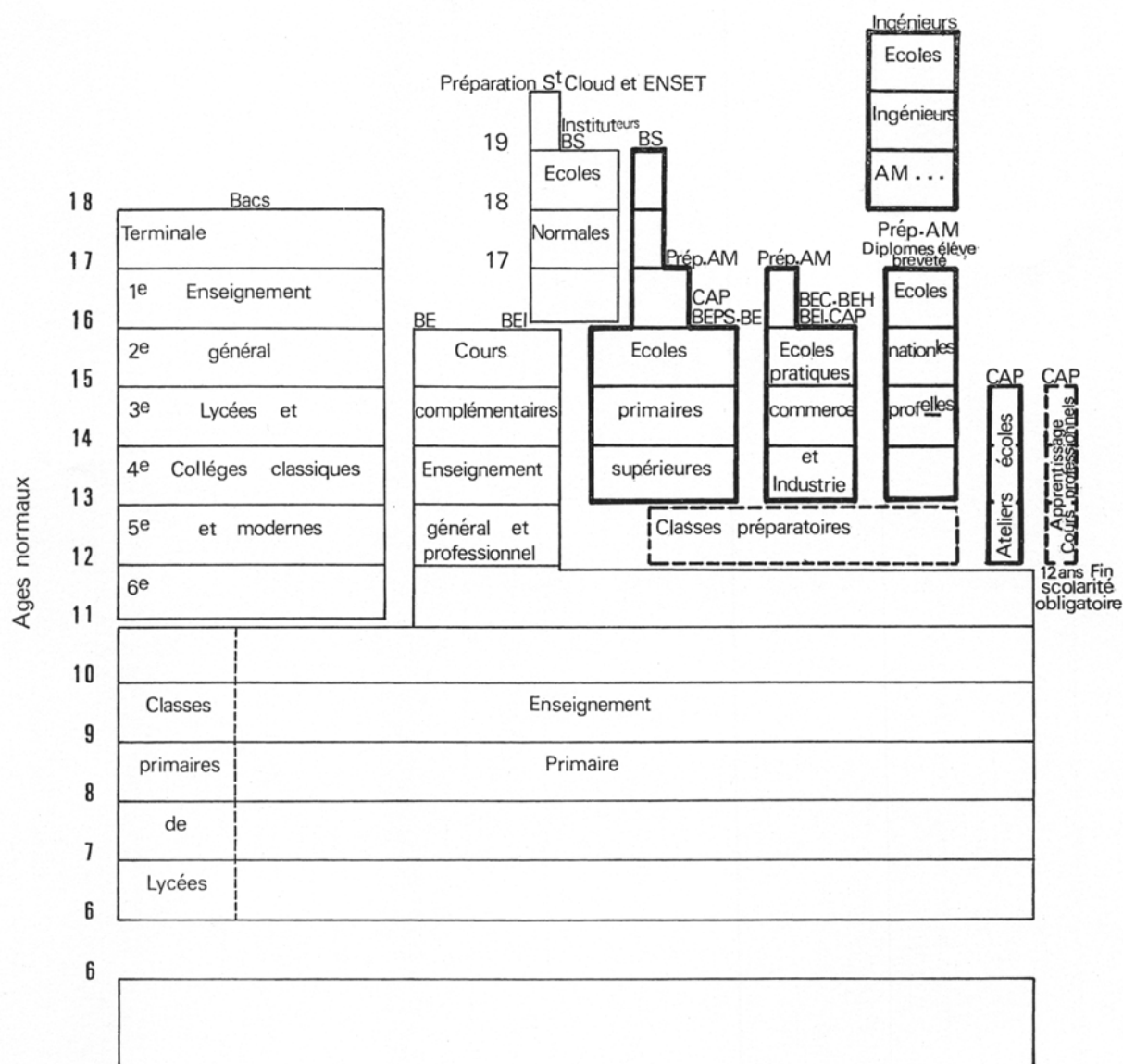
Détail des 17 heures hebdomadaire d'atelier et de dessin des sections industrielles.

	ENSEI- GNE- MENT COMMUN 1 <sup>re</sup> année	SECTION GÉNÉRALE		SECTION AGRICOLE		SECTION INDUS- TRIELLE		SECTION COM- MERCIALE	
		2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
<i>Matières communes.</i>									
Morale.....	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instruction civique.....	»	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Français.....	5	5	5	4	4	3	3	4	4
Langues vivantes.....	3	4	4	»	»	»	»	4	4
Histoire nationale et notions d'histoire générale.....	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Géographie de la France et des colonies et notions générales de géographie..	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arithmétique appliquée, cal- cul rapide, algèbre et géométrie.....	4	4	4	4	4	3	3	3	3
Notions de sciences physiques et naturelles. chimie et no- tions pratiques d'hygiène.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Dessin et modelage.....	3	»	»	»	»	»	»	»	»
Ecriture, gymnastique.....	1 (4)	1 (4)	1 (4)	» (4)	» (4)	» (5)	» (5)	1 (5)	1 (5)
Chant.....	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>TOTAL.....</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<i>Matières spéciales.</i>									
Géographie commerciale....	»	»	»	»	»	»	»	1	1
Notions élémentaires d'ins- truction civique, de droit usuel et d'économie poli- tique.....	»	1	1	1	1	1	1	1	1
Technologie..	»	»	»	1	1	1	1	2	2
Chimie agricole ou indus- trielle.....	»	»	»	1	1	»	»	»	»
Agriculture théorique.....	»	»	»	2	2	»	»	»	»
Mécanique ..	»	»	»	(2)	(2)	1	2	»	»
Electricité industrielle (3)...	»	»	»	»	»	1	2	»	»
Comptabilité usuelle, tenue des livres .....	»	»	»	1	»	»	»	3	3
Dessin géométrique, dessin d'art, modelage.....	»	3	3	1	1	5	5	1	1
Sténographie et Dactylogra- phie.....	»	»	»	»	»	»	»	3	3
Travaux d'atelier, de labo- ratoire, d'agriculture et d'horticulture.....	4	4	4	9	9	12	12	1	1
<b>TOTAL.....</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL .</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

(1) L'horaire de l'instruction civique se confond avec celui des notions d'économie politique, etc.  
(2) 1 heure de mécanique comprise dans les 4 heures du programme commun de science.  
(3) Cet enseignement n'est donné que dans quelques établissements.  
(4) Plus 2 heures de gymnastique données en récréation et les exercices militaires.  
(5) Plus 1 heure de gymnastique donnée en récréation et les exercices militaires.

Anonyme (1909). Arrêté. *Bulletin de l'enseignement primaire supérieur, organe de l'association des fonctionnaires des Écoles primaires supérieures de France* 13, 53-68. (p. 54).

## 4.14 Les ordres secondaire, primaire et technique (après l'instauration des brevets d'enseignement industriel en 1934).



Figurent au schéma ci dessus les BEI, BEC, BEH; précisons que ces diplômes ont été institués par décret du 16 mai 1931 - jusqu'à cette date, dans les écoles pratiques, étaient délivrés les certificats d'études pratiques industrielles ou commerciales

Janod, Robert (1974). L'évolution de l'Enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58. (p. 11).

#### **4.15 Les motivations de Jérôme Carcopino pour supprimer les écoles primaires supérieures (EPS).**

« SUPPRESSION DES E.P.S.

*Le nom même de ces dernières, où sont rapprochés deux adjectifs dont les significations s'entrechoquent, souligne la contradiction qui en avait faussé la conception initiale et qui n'a point cessé de peser sur leur existence.*

*Quoi qu'on veuille, et en dépit du zèle de ses maîtres et l'application de ses élèves, il n'est pas contestable, que l'École primaire supérieure, sous le double aspect qu'elle tendait à revêtir, devait aboutir à cumuler deux infériorités : pareillement impropre à procurer une culture générale aussi développée que les lycées et les collèges, et une culture professionnelle aussi perfectionnée que les écoles techniques, elle tombait sous le coup de deux comparaisons inégales, et encourait le reproche d'une double médiocrité. La réforme dont j'assume la responsabilité libère les élèves de l'Enseignement primaire supérieur de l'équivoque où leur labeur ne trouvait qu'un emploi restreint et que récompenses diminuées. Dissipant l'indécision où ils risquaient, les uns, de ne devenir que des littérateurs en disponibilité, les autres que des contremaîtres sans débouchés, elle va les placer en présence d'une option dont je ne méconnais point la gravité, mais qui assurera leur avenir. Et pourvu qu'ils aient le précoce courage de l'affirmer, ils seront certains d'éviter les désenchantements des vocations interrompues et les aigreurs des carrières manquées. S'ils préfèrent approfondir leur culture générale, ils devront y mettre le prix, parcourir au moins le premier des deux cycles de l'enseignement secondaire ; s'ils y renoncent, il leur faudra se tourner résolument vers la technicité agricole, industrielle ou commerciale et les apprentissages professionnels. »*

Carcopino Jérôme (1941). Discours de M. Carcopino radiodiffusé de Vichy le 3 septembre 1941. *L'information universitaire. Edition spéciale du 6 septembre 1941, 1036,1 -5. ( extrait, p. 1).*



## **5. -1947, la création du baccalauréat mathématiques et technique - Les réformes de l'enseignement technique**

## **5.1 Les programmes du baccalauréat « mathématiques et techniques » 1946, 1947 et 1948**

### **5.1.1 Programme des épreuves de la série technique pour la session de 1946.**

*Arrêté du 14 mai 1940.*

(Vu D. du 7-8-1927 ; D. du 6-5-1946.)

JO du 18 mai.

ARTICLE UNIQUE. - Le programme prévu à l'article 11 du décret du 7 août 1927 susvisé, sur lequel porteront, pour les sessions de 1946, les épreuves du baccalauréat de l'enseignement secondaire, série technique, est fixé comme suit :

#### **Épreuve de technique graphique.**

##### **Représentation des corps.**

*Projections.*

Projections orthogonales, normalisées.

Nom et emplacement des vues.

Choix des vues, leur nombre.

Projection sur le plan auxiliaire oblique.

Méthode accessoire de représentation.

Perspective cavalière.

Représentations simplifiées:

Pièces de révolution, filetages.

Sections et coupes.

Sections rabattues et sorties.

Coupes. Règles d'emploi.

Coupes particulières: coupes partielles, coupes composées à plans parallèles, coupes projetées sur un plan auxiliaire oblique.

Représentation de parties situées en avant d'un plan de coupe.

Sections planes des solides de révolution, les plans sécants étant perpendiculaires aux plans principaux de projection.

Cotations et indications de façonnage. Des épreuves types sont données à titre d'exemple.

##### **Technologie**

###### ***Les matériaux.***

Principaux matériaux utilisés en construction. Propriétés physiques. Caractéristiques mécaniques. En déduire les principales utilisations. Forme marchande des produits semi-ouvrés.

a) Métaux ferreux. Aciers au carbone.

Aciers spéciaux: au chrome, au nickel, nickel-chrome. Aciers rapides.

Influence des constituants.

Fontes.

b) Métaux cuivreux.

Cuivres, bronzes, laitons.

c) Alliages légers.

Alliages d'aluminium. Alliages de laminage: le duralumin.

Alliages de fonderie: l'alpax, les alliages au cuivre.

Alliages de magnésium.

### ***Notions générales sur l'obtention des pièces métalliques.***

Généralités sur la préparation du métal en fusion.

Élaboration de la fonte, de l'acier, des alliages de cuivre, de l'aluminium.

### ***Obtention des pièces.***

a) Par moulage : description sommaire de l'obtention des pièces moulées souples. Le modèle, le moule, les noyaux.

b) Par déformation directe.

Laminage : généralités, produits obtenus.

Forgeage : à main, généralités sur le forgeage mécanique.

Estampages : emboutissage, découpage, pliage

c) Par enlèvement de matière.

d) Contrôle des formes et des dimensions.

Pièces brutes, pièces usinées (ébauche, finition) cotation.

Assemblage par soudure.

Principe de la soudure oxy-acétylénique et de la soudure à l'arc.

Applications.

### ***Traitements thermiques.***

*Nouvelles caractéristiques obtenues.*

a) La trempe: définition. Modification des caractéristiques. But de la trempe. Mode opératoire, chauffe. Refroidissement. Fluides de trempe.

b) Le revenu : définition. Modification des caractéristiques. But du revenu. Mode opératoire.

- c) Le recuit : définition. Modification des caractéristiques. But. Mode opératoire : chauffe.
- d) Cémentation : définition. Principe. Principaux ciments. Aciers pour cémentation. Mode opératoire. Traitements thermiques après cémentations. Applications.
- e) Nitruration : définition. Principe. Aciers pour nitruration. Mode opératoire. Applications. Comparaison de la cémentation et de la nitruration.

NOTA. - La description des installations industrielles, des ateliers de traitements thermiques ainsi que les détails concernant la conduite des opérations ne font pas partie du programme.

### ***Notions de normalisation.***

- a) Les nombres normaux.
- b) Généralités sur les ajustements.
- c) Généralités sur l'interchangeabilité.

### ***Généralités sur les assemblages de construction.***

Classification, énumération.

- a) Assemblages fixes et semi-fixes.
- b) Mobiles.

Exemples.

-----

Baccalauréat.

Programme des épreuves de la série technique

*Arrêté du 14- mai 1946.*

Rectificatif au *B. O.* n° 27 du 30 mai 1946.

2° Page 792, 2° colonne, technologie.

*Au lieu de :*

*Traitements thermiques.*

*Nouvelles caractéristiques obtenues:*

*Lire :*

*Traitements thermiques*

*Nouvelles caractéristiques mécaniques obtenues.*

(Rectif. *J. O.* du 30 mai 1946.)

-----

Programme pour la série mathématiques et technique pour la session de 1947

A : 19 février 47 - BO 8 du 20-3-47

## **TECHNOLOGIE**

### **I. - Généralités sur l'usinage mécanique**

#### A. - Métrologie.

Instruments de mesure à dimensions variables : pied à: coulisse, palmer. Instruments de mesures à dimensions fixes : cales, étalons, calibres, mâchoires, tampons doubles et jauges plates.

Un appareil de comparaison : le comparateur à cadran.

Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses : les limites, tolérances de fabrication, jeux, serrage.

#### B. - La coupe.

L'outil de coupe : angles caractéristiques et forme des outils d'enveloppe et l'outil de forme - Actions réciproques de l'outil de forme. - Actions réciproques de l'outil et de la pièce. - Constitution des outils.

Mode d'action des outils : l'outil de tour, l'outil de fraise, le foret hélicoïdal, l'alésoir.

Vitesse de coupe : vitesse de moindre usure, débit maximum, facteurs influents sur la vitesse de coupe.

#### C. -Généralités sur les procédés d'usinage.

le travail à la main : grattage, rodage, taraudage alésage.

Les outils, leur montage, leur utilisation d'après la nature du métal travaillé, la précision obtenue.

Le travail aux machines-outils. Les outils, leur montage, la précision obtenue.

La machine à percer. Le tour, la fraiseuse. L'étau-limeur. Les machines à rectifier.

### **II. Construction mécanique**

#### A. - Fonction mécanique d'une pièce ou d'un organe de machine.

Assemblages : assemblages fixes indémontables. Assemblages fixes démontables. Assemblages mobiles ou articulés. Assemblages élastiques.

Guidages : guidages en rotation, guidages en translation.

Graissage : généralités, sur les méthodes modernes de graissage.

Écoulement des fluides : étanchéité.

Frottement.

#### B. - Éléments de machines, l'outil destiné à réaliser ces fonctions.

Pour les assemblages : rivets, rivures, soudures, vis, écrous, boulons, clavettes, articulations, ressorts.

Pour les guidages : arbres, paliers, roulements à billes, poulies, engrenages cylindriques et engrenages coniques, glissières.

Pour le graissage : graisseurs.

Pour l'écoulement des fluides et l'étanchéité : obturateurs, jonctions des tuyaux, joints.

C.- Organes de machines.

Embrayages et frein; pistons; presse garniture; bielles et manivelles; cames et excentriques; boîtes de vitesse; ensemble de distribution de fluides

**III. - L'interrogation de technologie** pourra consister dans l'étude critique d'un dessin d'un organe d'une machine figurant au programme. On demandera au candidat la fonction mécanique assurée par l'ensemble, le rôle des différentes pièces et la justification des normes, la nature des matériaux employés, les procédés d'usinage et de vérification.

### **TRAVAIL MANUEL**

Dans des spécialités telles que l'ajustage avec travail sur machines-outils simples la menuiserie, la chaudronnerie, exécution d'un travail exigeant le maniement correct de l'outillage usuel, on pourra demander au candidat :

- 1° D'établir un plan faisant ressortir les phases successives d'une fabrication méthodique.
- 2° De décrire des procédés courants d'usinage.
- 3° De définir le contrôle des pièces au cours des phases successives d'une fabrication.

#### **5.1.2 Programme des épreuves graphique et technologie pour la session de 1948**

A. du 26 février 48 – BO n° 10 du 4-3-48

*(Remarque : un chapitre de la partie « Technologie » est légèrement modifié, seules les quelques modifications et des remarques en italique ont été indiquées ici pour ne pas alourdir le texte)*

Matériaux : *les alliages de magnésium disparaissent du programme.*

Traitements thermiques : *moins détaillé.*

Notions de normalisation : *disparition de ces notions.*

Généralités sur les assemblages fixes, semi-fixes et mobiles. *Elles sont détaillées sous le chapitre : fonctions mécaniques élémentaires.*

- L'adhérence et le frottement : conséquences pratiques dégagées d'expériences simples.

- Liaisons

Liaisons rigides : permanentes ou démontables : rivures, soudures, filetages, clavetages transversaux et longitudinaux forcés.

Liaisons partielles en rotation ou translation. Ergots, clavetages libres et coulissants. Axes et rotules.

- Liaisons élastiques.
- Guidages.
- Coussinets, glissières.
- Centrage.
- Graissage.
- Étanchéité : joints fixes et joints mobiles.

### **5.1.3 Programme des épreuves de mathématiques et technique pour la session de 1948**

A. du 26 février 48 - B.O. 10 du 4-3-48

*(remarque : n'entre en vigueur qu'en 1950)*

#### **Épreuve de technique graphique**

**Durée: 4 heures. Coefficient 2**

L'épreuve consiste dans la recherche d'une solution graphique à un problème technique simple.

A ce degré, il peut être demandé, en application du cours de technologie:

1° Des modifications de structurer.

Un ensemble étant donné, modifier ou compléter un de ses éléments en vue d'une fin particulière.

2° Des compléments de structure.

Un ensemble étant défini, déterminer des éléments qui ne sont pas donnés ;

3° Des créations d'organes simples.

La matière du programme est la suivante :

Représentation des corps.

Représentations normalisées des engrenages.

Représentation des pièces voisines. Coupes brisées à plans sécants.

Choix d'un ajustement.

Intersections de cônes de révolution et de cylindres de révolution à axes concourant ou perpendiculaires aux plans de projection.

#### **Travail manuel et technologie**

Cette épreuve comprend trois parties :

## **1- Travail manuel imposé à tous les candidats:**

***Durée: 4 heures. Coefficient 1***

Le travail demandé est emprunté au programme suivant :

A l'étau, dresser à la lime (taille 1/2 douce) et mettre à l'équerre des surfaces de 12 mm de largeur minimum. Buriner des surfaces planes ou courbes à  $2/10^e$  ou  $3/10^e$  de mm d'un trait.

Scier à  $2/10^e$  de mm d'un trait.

Tracer à plat. Tracer en l'air dans trois positions une pièce simple de machine brute de fonderie.

Fileter et tarauder à la main (trous débouchés ou borgnes).

Percer, aléser et réaléser des entraxes à plus ou moins  $2/10^e$  de mm.

Gratter des surfaces planes.

Exécuter des assemblages simples (sans rattrapage de jeu) dont des cotes déterminées seront contrôlées avec une précision de plus ou moins  $1/10^e$  de mm et des assemblages nécessitant un montage par vis, goujons, pieds de centrage.

## **2- Interrogation en technologie.**

***Coefficient 1.***

A. - Généralités sur l'usinage mécanique.

a) *Métrologie :*

Instruments de mesure à dimensions variables : pied à coulisse, palmer.

Instruments de mesure à dimensions fixes : cales étalons, calibres mâchoires, tampons doubles et jauges plates.

Un instrument de comparaison : le comparateur à cadran.

b) *Généralités sur les procédés d'usinage :*

Le travail à la main, grattage, rodage, taraudage, alésage.

Étude de principe des machines à percer sensitive, à colonne, de l'étau limeur à bielle intérieure.

c) *La coupe :*

Caractéristiques et forme générale d'outils : parties actives et support.

Étude particulière de quelques outils : foret hélicoïdal, alésoir, tarauds, grattoirs.

B - Construction mécanique.

I. Interchangeabilité. - *Ajustement.*

Interchangeabilité. - Tolérances de fabrication.



Les nombres normaux.

Système de l'alésage normal. - Ajustements usuels.

II. - Mécanismes. Organes de Machines. - Appareils

*Mécanismes de transformation de mouvement :*

Système bielle-manivelle-excentrique-cames.

*Guides de mouvement.*

Coulisseaux et glissières.

Conduites de fluides.

Raccordement des conduites. Obturateurs. Presse. Garnitures.

Pistons.

*Transmissions :*

Arbres : guides et accouplements, poulies, roues dentées.

Boîtes de vitesses. Embrayages, freins.

*Nota.* - L'interrogation de technologie pourra consister dans l'étude critique du dessin de l'un des appareils figurant au programme ci-dessus désigné. On demandera en particulier la fonction mécanique de l'ensemble. L'analyse des fonctions particulières d'un certain nombre de détails, la justification des formes, la nature des matériaux employés, les procédés d'usinage et de vérification.

### 3- Épreuve optionnelle. - Coefficient 2.

Le candidat est examiné sur l'une des options qu'il a choisie sur la liste ci-après.

Cette épreuve comprend un travail manuel et une interrogation. Une partie du travail manuel est effectuée en présence, des examinateurs dont les interrogations portent sur la préparation de l'exercice, sur la méthode suivie, sur l'outillage et son utilisation, sur le contrôle des résultats, sur la technologie relative à l'option choisie.

Sa durée varie avec l'option : 30 minutes au maximum sont accordées à l'interrogation proprement dite.

#### **Option Machines-outils**

##### *Technologie.*

Ablitage des pièces directement ou par l'intermédiaire d'accessoires. Montage ou fixation des outils.

*La coupe* : mode d'action et caractéristiques de l'outil-machine.

Étude particulière des outils de fraisage et de tour.

Vitesse de coupe, vitesse de moindre usure, facteurs influant sur la vitesse de coupe.

*Fraisage* : fraiseuse universelle.

Le diviseur universel.

Principe de la division simple ; différentielle.

Perçage et alésage sur les fraiseuses.

*Tournage* : le tour parallèle à charioter et fileter.

Le filetage au tour.

Montage à deux ou plusieurs roues.

Procédés de filetage : aux repères, au cadran, à la longueur. Exécution de vis à deux filets.

Le tournage conique.

*Épreuve pratique.*

Préparation raisonnée de la machine, le choix de l'outillage, le contrôle du fonctionnement de la machine, exécution du travail.

### **Option métaux en feuilles.**

*Technologie.*

Les métaux travaillés et leurs traitements thermiques.

Dressage d'une surface. Traçage à plat.

Découpage, perçage, poinçonnage, cintrage, poinçonnage, assemblages, rétreinte, emboutissage.

L'interrogation peut porter à la fois sur l'outillage utilisé et les méthodes de réalisation.

*Épreuve pratique.*

Épure sur tôle avec report du développement sur le métal d'œuvre.

Constructions géométriques, solides géométriques (section plane, développement). Surfaces composées. Intersections (recherche des éléments, développements, tracé des pénétrations).

### **Option fonderie.**

*Technologie.*

a) Principales fontes de moulage. Constituants, effets des composants chimiques.

Principaux alliages employés en fonderie.

b) Appareils de fusion. - Cubilot : différentes zones, influence des éléments constituant la charge.

c) Les sables de fonderie : qualités, préparation, compositions et emplois ; étuvage.

d) Différents moulages, au naturel, en chape :

- avec pièces battues ;
  - avec noyaux ;
  - au trousseau ;
  - sur plaques modèles.
- e) Poussée sur le dessus des moules et sur les noyaux.
- f) Défauts des pièces coulées : causes et remèdes.

### *Épreuve manuelle.*

Exécution du moule d'une pièce simple pouvant comporter la fabrication et la mise en place de noyaux.

### **Option menuiserie.**

#### *Technologie.*

##### a) *Matériaux - Notions générales.*

Structure de l'arbre.

Propriétés physiques.

Propriétés mécaniques.

Principaux bois commerciaux français.

Vices des bols.

Principales altérations.

Débit des bois, dimensions commerciales.

Séchage naturel.

##### b) *Technologie de construction :*

Portes d'entrée et de communication.

Croisée à la française. Persiennes communes. Volets. Lambris. Trémies.

#### *Travaux pratiques et technologie.*

Utilisation des bois feuillus et résineux de toutes dimensions avec une précision d'exécution de  $5/10^e$ .

Sous débit.

Outils utilisés :

1° À la main : scie à refendre, scie à chantourner, scie de travers.

2° Aux machines : scie à ruban, à table.

Corroyage (réalisation d'un plan).

Outils utilisés :

1° À la main : riflard, varlope, rabot.

2° Aux machines : dégauchisseuse, raboteuse.

Traçage d'une pièce droite ou courbe.

Outils utilisés :

Pointe à tracer, équerres diverses, compas, trusquins, mètre, gabarits.

Exécution des assemblages.

Moyen de les réaliser :

1° À la main : scie à tenon, scie à araser, bédanes, ciseaux ;

2° Aux machines : mortaiseuses, tenonneuses.

Exécution d'embrèvements et de moulures.

Moyen de les réaliser :

1° À la main : bouvets divers outils à moulurer.

2° À la machine : toupie verticale.

Consolidation des assemblages.

Moyens :

Pointes, vis, boulons, colles, chevilles, coins.

Outils utilisés :

Serre-joints, mèches (main et machine à transmission flexible), tournevis, marteau, clefs, pointe carrée.

## 5.2 Projet d'organigramme de la CGT pour le second degré en 1947

BACCALAURÉATS		Brevets d'Enseignement Technique				C. A. F.
18 ans	Classique et Moderne	Techniques		Enseignement professionnel		Ense. pratique
	industriel masculin	industriel féminin	commercial masc. fém.	B.E.I. masculin	B.E.I. féminin	
17 ans	Bacc. 1 <sup>re</sup> partie	Baccalauréat 1 <sup>re</sup> partie		Mécan. 2 Electr. 2 Chim. ind. 1 Dessin 4	Puéric. 1 Ens. ménag. 2 Dessin 4 Techno 1	2 années de spécialisation 2 <sup>e</sup> partie B.E.I. B.E.C. en fin 2 <sup>e</sup> année
16 ans		At. tech. 10 Dessin 4	Ens. comm. 11	At. techn. 30 Atelier 24	24 selon sections	Divers C.A.P. masc. et fém.
15 ans		At. tech. 10 Dessin 4	Ens. comm. 11	Mécan. 2 Electr. 2 Chim. ind. 1 Dessin 4	1 Ens. ménag. 2 Dessin 4 At. tech. 25	1 <sup>re</sup> partie B.E.I. B.E.C. en fin de 1 <sup>re</sup> année de spécialisation
14 ans		Atelier 8 Dessin 4	Commerce 2 Compt. 1 Sténo 2 Dact. 1	Ens. ménag. 1 Atelier 8 Dessin 4	1 9 4	2 années d'initiation technique
13 ans		Atelier 6 Dessin 4	Commerce 2 St. dact. 2	Ens. ménag. 1 Atelier 6 Dessin 4	1 9 4	2 années d'orientation
12 ans						
11 ans						

Jusqu'à 15 ans, 1<sup>er</sup> cycle; mêmes programmes, quelques différences dans les horaires et les méthodes. Dans le technique, plus de place à l'enseignement général que par le passé. Orientation prolongée, passages faciles du classique au moderne, au technique.

ÉCOLE PRIMAIRE

Commission pédagogique du SNET (1945). La réforme de l'enseignement. *Le Travailleur de l'enseignement technique*, 8, 2.

### 5.3 Les finalités des formations techniques et professionnelles d'après Charles Vercier inspecteur général de l'enseignement technique (1947)

	Centre d'apprentissage	Collège technique	École Nationale Professionnelle	École Nationale d'Arts et Métiers
Emploi futur	Ouvrier qualifié	Praticien habile	Technicien	Chef de service, directeur... Ingénieur de production
<b>Domaine d'intervention</b>	Production pure	Démarrage de production Machines-outils Procédés d'usinage	Conseil : fabrication et organisation de travail	Décisions : procédés et organisation de travail. Expérimentation : recherche, métrologie...
<b>Activité</b>	Exécution rapide et soignée de travaux	Contrôle, réglage, entretien	Choix : méthodes, machines et outillages	Conception, direction, contrôle,
<b>Qualité dominante et indice de formation</b>	<b>Habilité manuelle</b>	<b>Habilité manuelle</b>	<b>Habilité manuelle</b>	<b>Habilité manuelle</b>
		<b>Larges connaissances technologiques et professionnelles</b>	<b>Larges connaissances technologiques et professionnelles</b>	<b>Larges connaissances technologiques et professionnelles</b>
			<b>Discernement dans la fabrication</b>	<b>Applications de la science à l'industrie</b>

(d'après l'article de Charles Vercier)

Vercier Charles (1947b). Les Écoles multiples. *Technique Art Science*, 8, 12-13.

## 5.4 Avis de la « commission de réforme de l'enseignement » sur le « projet de réforme de l'administration centrale de l'Éducation nationale »

Dans sa séance du 12 avril, la Commission LANGEVIN a examiné le projet de réforme de l'administration centrale de l'Éducation Nationale qui lui a été soumis par Monsieur le Ministre pour avis.

La Commission se déclare d'accord sur l'ensemble des critiques concernant l'organisation actuelle des services du Ministère.

Sur le plan nouveau qui lui est présenté, la Commission fait un certain nombre d'objections et de réserves.

1°) Jusqu'ici les directeurs ont toujours été des universitaires qualifiés par leurs titres et leur expérience. La répartition des services entre 3 directions, dont une pédagogique et deux administratives (personnel et finances) peut provoquer la désignation d'administrateurs non universitaires. Une rupture dangereuse risque de s'opérer entre le personnel enseignant et les directions administratives.

2°) L'enseignement supérieur échappe à la réforme administrative. Sera-t-il rattaché à d'autres services, la recherche scientifique par exemple ? Ou bien conservera-t-il une direction indépendante, détruisant ainsi l'unification administrative qui semble l'idée maîtresse du projet ?

3°) La Commission estime qu'une des difficultés majeures serait l'établissement de liaisons suffisantes entre les trois directions prévues. Le projet ne donne aucune indication sur la manière dont s'articuleraient ces différents services. La primauté attribuée à l'une des directions et la nécessité de traiter séparément des questions spéciales à chaque degré ou chaque cycle d'enseignement, aboutiraient en fait à la reconstitution d'une direction générale.

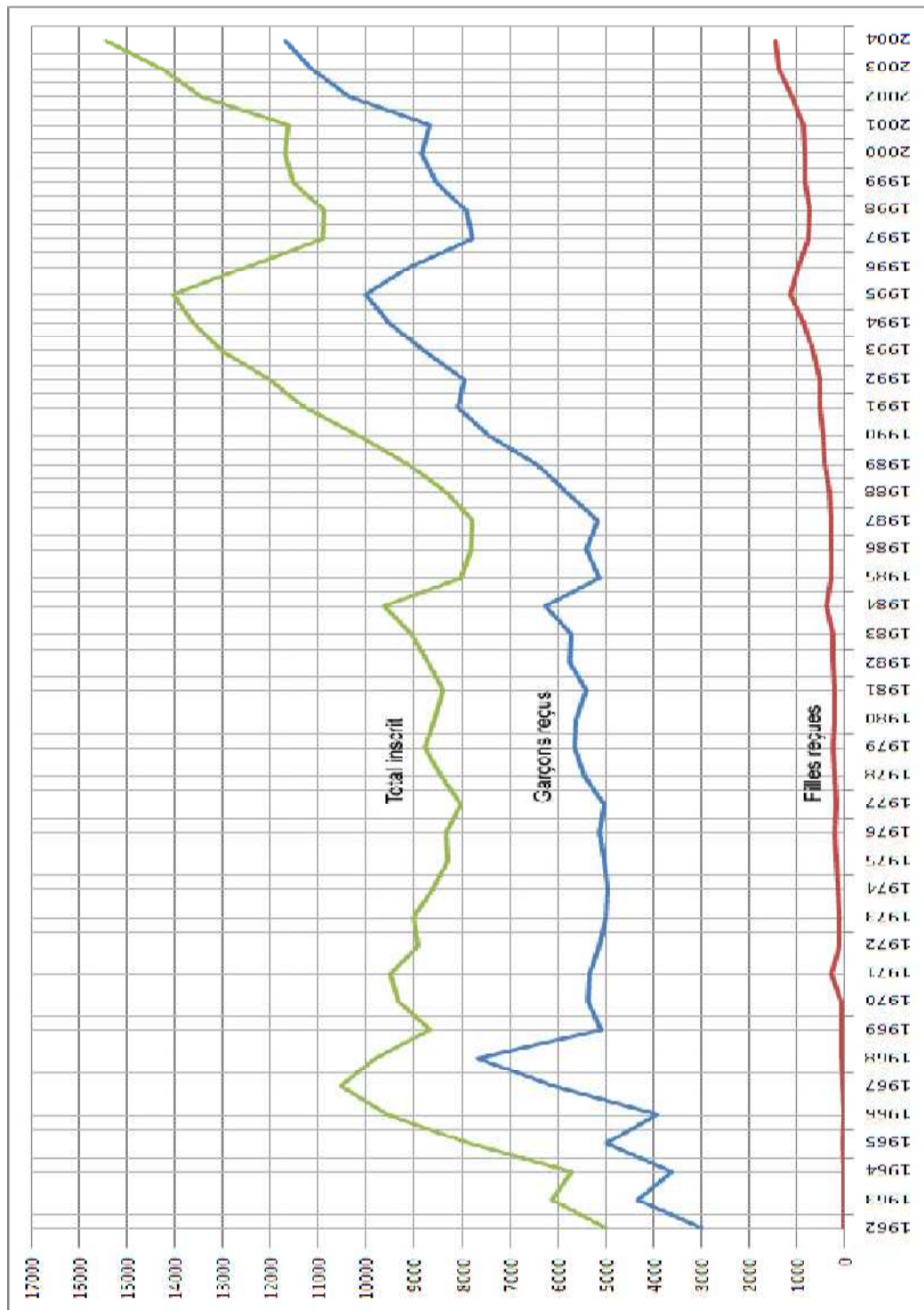
4°) La Commission estime que la réforme administrative ne saurait être préalable à la réforme de structure de l'enseignement. C'est la structure de l'enseignement qui doit commander l'organisation administrative.

5°) Certaines idées contenues dans le rapport sont en contradiction avec les projets de la Commission : enseignement court par exemple détachement de la direction des sports et de la culture populaire de l'Éducation nationale.

6°) La Commission rappelle qu'elle a été constituée pour étudier une réforme de l'Enseignement. Sa compétence en matière de réforme administrative est limitée à la constatation de la concordance ou de la contradiction entre les mesures administratives envisagées et la structure nouvelle de l'enseignement.

7°) L'un des directeurs signale qu'il existe un autre texte du projet, plus précis que celui qui a été porté à la connaissance de la Commission. La Commission demande à être saisie de ce texte pour compléter son information.

## 5.5 Les résultats des baccalauréats techniques, T, E, TI et sciences de l'ingénieur de 1962 à 2004



D'après des données de Daniel Duverney.



Duverney Daniel (2006). Le baccalauréat scientifique et son contexte depuis 1962. Disponible :

<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/ActionSciences/4%20-%20Bac%20scientifique.PDF>

On peut noter une « anomalie » en 1968

## **5.6 Résultat de la 1<sup>re</sup> session du baccalauréat technique 1<sup>re</sup> partie (1946) à l'ENP Livet à Nantes**

« ECOLE NATIONALE PROFESSIONNELLE DE NANTES

*Rapport du Directeur sur la situation morale et matérielle de l'École pendant l'année 1946*

*REUNION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 19 JUIN 1947*

*SITUATION MORALE*

*I. SITUATION AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1946 :*

*Depuis 4 mois l'hôpital militaire qui occupait la majeure partie des bâtiments a quitté l'Établissement, et l'ensemble des locaux a repris sa destination scolaire. Le personnel est au complet ; l'effectif des élèves a presque rejoint celui de 1939 et le retour au régime normal est en bonne voie.*

*II. L'ANNEE SCOLAIRE 1945-1946 :*

*A/ Vue générale :*

*Si les choses, si les corps ont repris leur place et si, en apparence, on observe peu de changement dans l'armature de l'École et dans son fonctionnement, en réalité la guerre, l'Occupation, les bombardements ont fortement marqué les esprits, ont bouleversé les années de l'enfance, ont gêné le développement intellectuel, ont interrompu le cours normal des études, ont détruit l'harmonie entre le corps qui a été mal nourri et l'esprit qui a dû, et qui doit, en peu de temps rattraper tout le temps perdu pendant les années de souffrances.*

*La bonne volonté ne manque pas chez nos élèves, le travail est à peu de chose près aussi intense que naguère, mais la fatigue vient vite parce que le corps est parfois débile et que la nourriture est insuffisante, mais il y a des lacunes qu'il est impossible de combler, car le programme commande. La conséquence est que le niveau moyen a baissé, qu'il manque dans chaque classe les 10 premiers (le 1<sup>er</sup> d'aujourd'hui aurait été un honnête 10 ou 11 avant la guerre).*

*Les concours de 1945 et 1946 laissent espérer une amélioration – il y a de solides têtes de classes, de bons entraîneurs, mais il faudra attendre encore deux années pour espérer un niveau comparable à celui d'avant guerre : il faudra que les candidats n'aient pas eu plus de 8 ou 9 ans en 1945 ; cependant, la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>e</sup> année actuelle donnent satisfaction dans l'ensemble.*

*B/ Résultats des examens :*

**1° Diplômes d'Élèves brevetés :**

Sur 52 élèves de 4<sup>e</sup> année normale, 36 ont obtenu le Diplôme d'Élève breveté des Écoles Nationales Professionnelles, d'après les moyennes des deux dernières années. Parmi les 16 non admis, 10 ont subi en octobre l'examen de réparation – 4 ont été admis, ce qui porte à 40 le nombre de diplômés.

## **2° Concours d'entrée dans les Écoles Nationales d'Arts et Métiers :**

Résultats très peu satisfaisants : 36 élèves présentés – 5 admissibles – 5 admis : soit 15 %.

En 1945 : 49 présentés – 21 admissibles – 10 admis : soit 20 %.

La cause de ces échecs vous a été exposée ci-dessus. Peut-être aussi avait-on ouvert un peu généreusement les portes des sections spéciales. En Juillet dernier nous n'avons admis en 3<sup>e</sup> année spéciale que les élèves qui, à nos yeux, avaient vraiment des chances de réussir aux Arts et Métiers.

## **3° Baccalauréat Série technique 1<sup>re</sup> partie**

Le baccalauréat technique a été créé en mars 1946, et nous avons su seulement en avril 1946 qu'il nous était possible de présenter des candidats. Ce baccalauréat technique présente les mêmes épreuves que le Baccalauréat moderne, avec en moins la deuxième langue, et en plus une épreuve de dessin technique et une épreuve de technologie.

**Nous avons désigné 24 candidats qui nous paraissaient avoir des chances de succès : 19 ont été admissibles – 19 admis définitivement en juin.**

**4 des 5 ajournés plus 16 autres élèves (sur mon conseil) se sont présentés en septembre : 9 ont été admis, soit au total, pour les deux sessions : 28 admis sur 40 présentés – 80 % en juin – 45% en septembre – 70 % dans l'ensemble.**

**En juin 1947, il y aura environ 60 candidats à la 1<sup>re</sup> partie, et 13 à la 2<sup>e</sup> partie mathématiques - technique.**

... / ... »

Consulté le 28 août 2011 à l'adresse :

[http://www.livet-histoire.fr/IMG/pdf/Conseil d'Administration du 19.06.47 ENP NANTES.pdf](http://www.livet-histoire.fr/IMG/pdf/Conseil_d'Administration_du_19.06.47_ENP_NANTES.pdf)

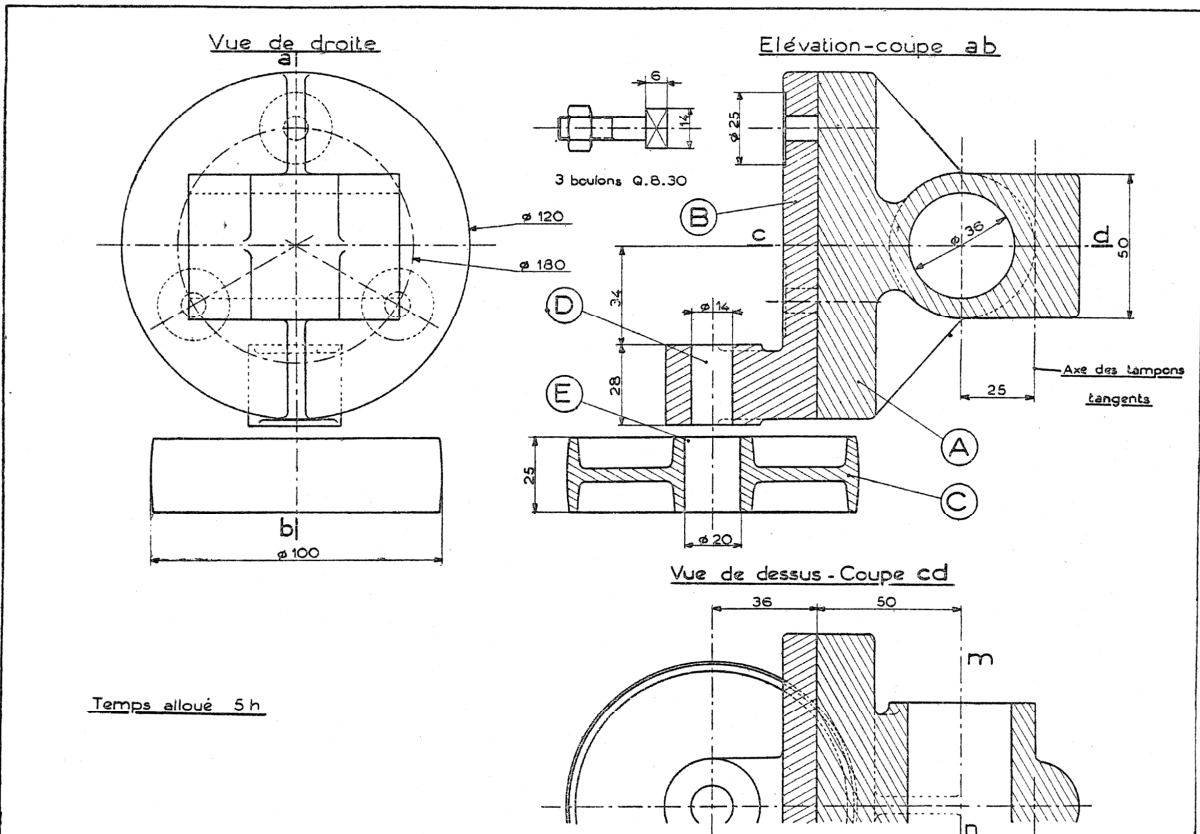
## 5.7 Sujet type pour « fixer l'esprit et le niveau » de l'épreuve de la série « mathématiques et technique »

# BACCALAURÉAT TECHNIQUE

## Épreuve technique graphique de la 2<sup>e</sup> partie

### MATHÉMATIQUE et TECHNIQUE

Pour fixer à la fois l'esprit et le niveau de cette épreuve, la Direction de l'Enseignement Technique a fait diffuser dans les écoles des sujets types reproduits ci-après



#### TRAVAIL A EXÉCUTER

Etant donné le schéma incomplet d'un galopin orientable, exécuter au crayon à l'échelle 1 (flèches, chiffres de cotes, écritures à l'encre) le dessin d'ensemble de cet appareil dans les vues suivantes

a/ Elévation - coupe ab

b/ Vue de dessus complète

c/ Vue de gauche

N'indiquer que les cotes de montage et d'encombrement et les indications d'ajustement.

Etablir le cartouche et la nomenclature.

**NOTA** - 1° La pièce (B) doit pouvoir tourner autour de l'axe cd par rapport à la pièce (A) en rotation et être immobilisée dans une position quelconque par 3 boulons Q. B. 30 (prévoir le centrage des 2 pièces, et une rainure en té dans (A) pour logement des têtes de boulons).

2° La poulie (C) est montée folle sur un axe (D) fixé dans (B). Elle tourne sur bague lisse (E) emmanchée serrée dans cette poulie.

3° La pièce (A) peut tourner autour de l'axe MN et doit être immobilisée à une position quelconque en rotation par deux tampons tangents (l'un lisse, l'autre fileté) serrant sur l'arbre et liés par une vis avec embase et tête carrée manœuvrée par clé en tube.

4° Les formes des pièces principales ne sont données qu'à titre indicatif et peuvent être modifiées pour des raisons de fonctionnement, d'allègement, d'esthétique, suivant le jugement du candidat.

Format du dessin grand axe vertical, feuille coupée A2 = 420x594  
Ecriture bâton (l'emploi du tracé-lettres est autorisé).

GALOPIN ORIENTABLE -

ECHELLE 1/4

## **6. Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique, les nouveaux enjeux de l'enseignement technique**

## 6.1 Baccalauréat technique, sujet de l'épreuve de technique graphique, académie de Lille 1946

Étant donné les deux vues incomplètes ci-contre d'un montage de perçage, on demande d'exécuter avec les instruments, à l'échelle 1, les vues suivantes:

**A - CORPS 1 seul.**  
 1<sup>re</sup> Élévation-coupe *à b*, dessin au crayon.  
 2<sup>de</sup> Vue de dessus } dessin  
 3<sup>de</sup> Vue de gauche } à l'encre  
 lignes de cotes, flèches et chiffres à l'encre.

**B - AXE 2 seul.**  
 Libre choix des vues.  
 Exécution entièrement à l'encre.

Le dessin sera complètement coté et portera les signes conventionnels d'usinage en vue de l'exécution aux ateliers. Indiquer tous les détails; les cotes manquantes seront déterminées par les candidats.

Établir un cartouche d'inscriptions et une nomenclature complète suivant les indications des normes C.N.M. Écriture bâton (l'emploi des trace-lettres est autorisé.)

Format du dessin, grand axe horizontal, feuille coupée : A3. 420 x 297.

**Nota** - Les candidats devront prévoir l'immobilisation en rotation et le repérage en position de l'axe 2 sur le corps 1. Ils choisiront pour chaque pièce le métal qui leur semblera le plus convenable pour une fabrication rationnelle et indiqueront ce métal dans la nomenclature.

ACADÉMIE DE LILLE		
INSPECTION PRINCIPALE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE		
<small>118. Rue Meurein. Lille.</small>		
Echelle : 1/1	Temps alloué : 4 <sup>h</sup>	BACCALAURÉAT TECHNIQUE
MONTAGE DE PERÇAGE		1 <sup>re</sup> Partie
		SESSION DE JUIN 1946
		ÉPREUVE DE DESSIN TECHNIQUE

MEN (1947). Épreuves de Dessin Technique. (Ministère de l'Éducation nationale). *Technique Art Science*, 10, 62.

## 6.2 Points de repères susceptibles de préciser la notion de graphisme technique

**Quoi ?** Un outil de modélisation permettant de décrire un produit réel ou imaginé (objet, système) selon un point de vue privilégié (fonctionnel, structurel...).

**Pour quoi faire ?** Pour communiquer et s'assurer de la conservation d'informations.

**Comment ?** À l'aide de figures réalisées à main levée ou d'instruments (informatiques ou non) en ayant recours à des codes et/ou des symboles (normalisés ou non), et (éventuellement) de textes.

**Par qui ?** Les ingénieurs et techniciens qui imaginent et conçoivent les produits (choix technique et technologique).

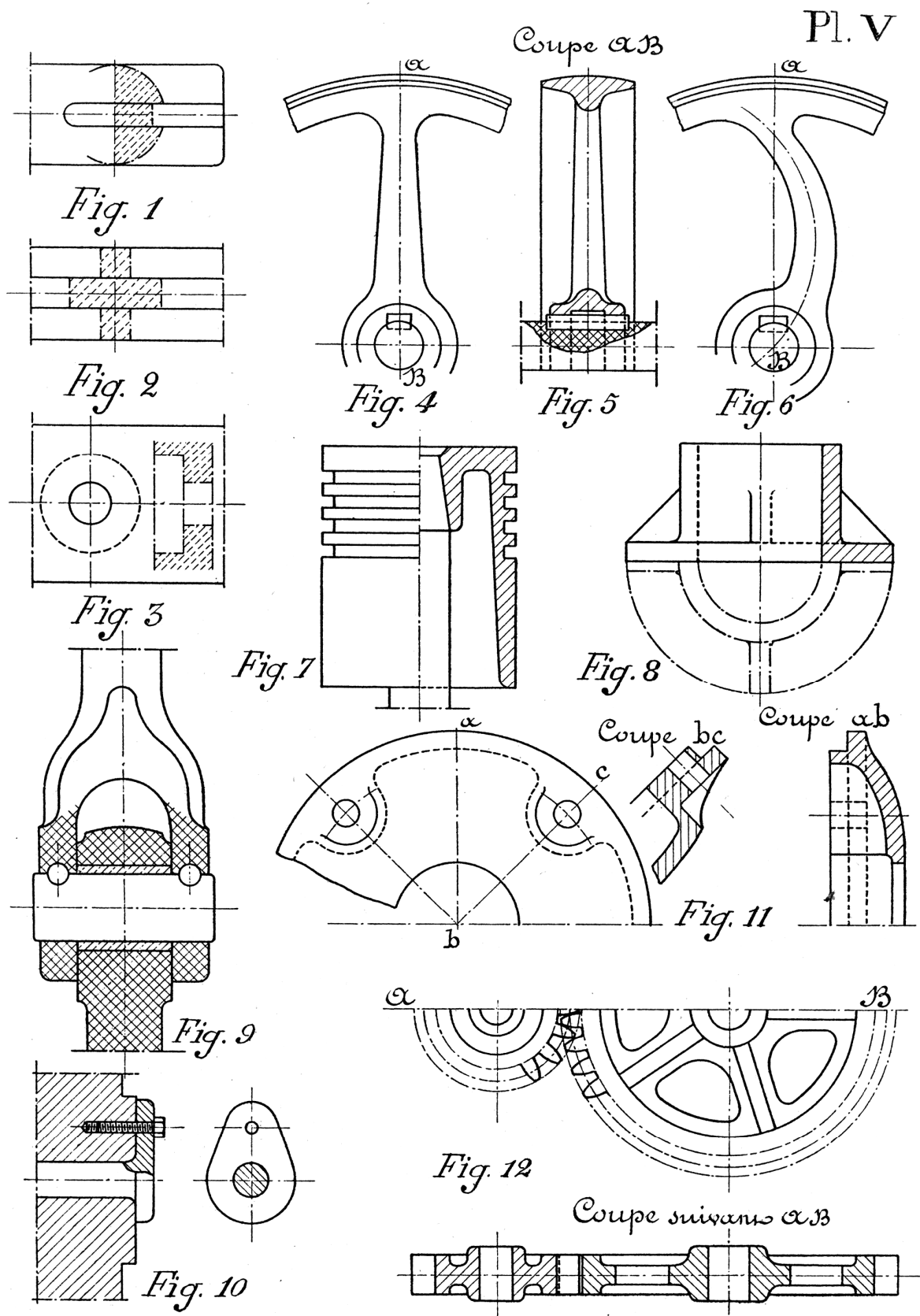
**Pour qui ?** Les opérateurs qui réalisent et mettent en œuvre.

**Où ?** Principalement dans le domaine des génies techniques (génies mécanique, électrique, civil... et sciences de l'ingénieur).

**Quand ?** À différents moments du cycle de vie d'un produit (conception, fabrication, commercialisation, installation, maintenance, recyclage et élimination).

Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, 48, 39-62. (p. 48).

### 6.3 Le dessin de machine



## 6.4 Dessin d'ensemble

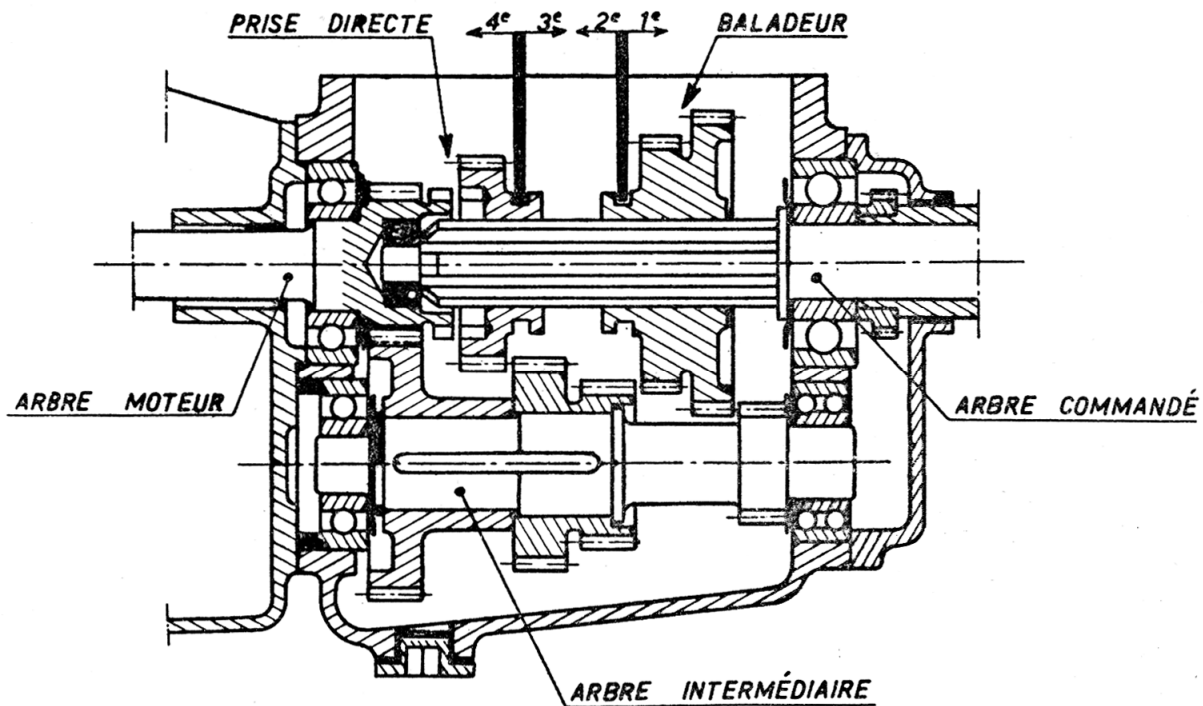
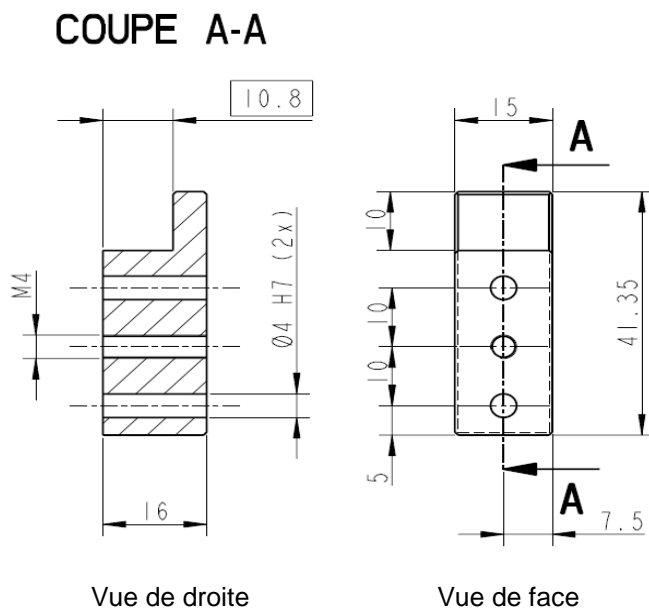


FIG. 4. — Boîte de vitesses.

Lenormand Georges, Mignée Raymond (1950). *Technologie de construction. Tome II.* Paris : Foucher. (p. 110).

## 6.5 Dessin de définition



De Vries Erica (2006). *Représentation et technologie en éducation.* Mémoire HDR (2). Université Pierre Mendès France. Laboratoire des sciences de l'éducation. (p. 74).



## 6.6 Illustrations de manuels de technologie d'École primaire supérieur (EPS)

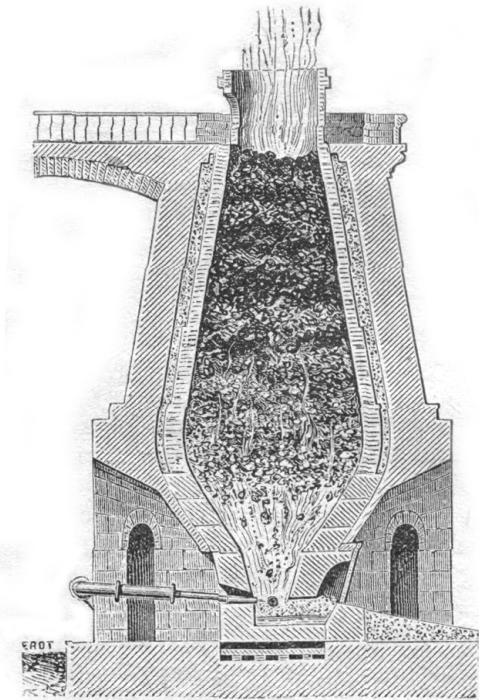


Fig. 11. — Four à chaux continu.

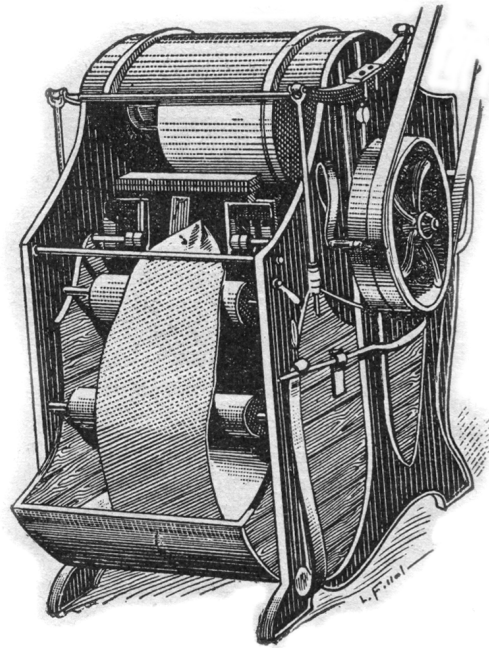


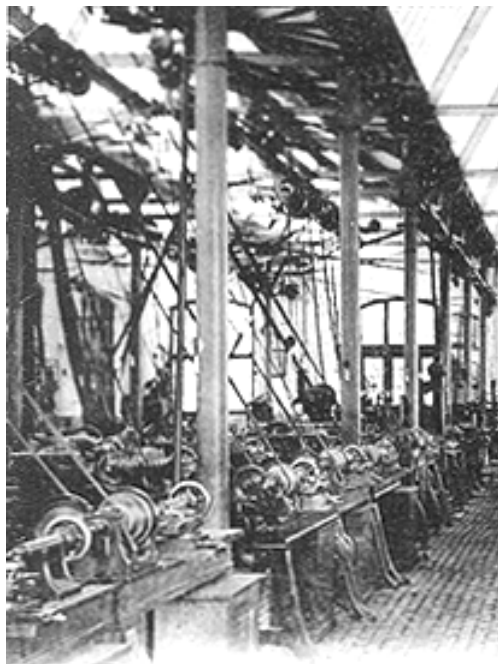
Fig. 139. — Machine à fouler les draps.

Messenger, G. (1935a). *Éléments de technologie*. 12<sup>e</sup> édition. Paris : Belin. (Fig. 11, p. 24).

Messenger, G. (1935b). *Notions de technologie*. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Belin. (Fig. 139, p. 172)

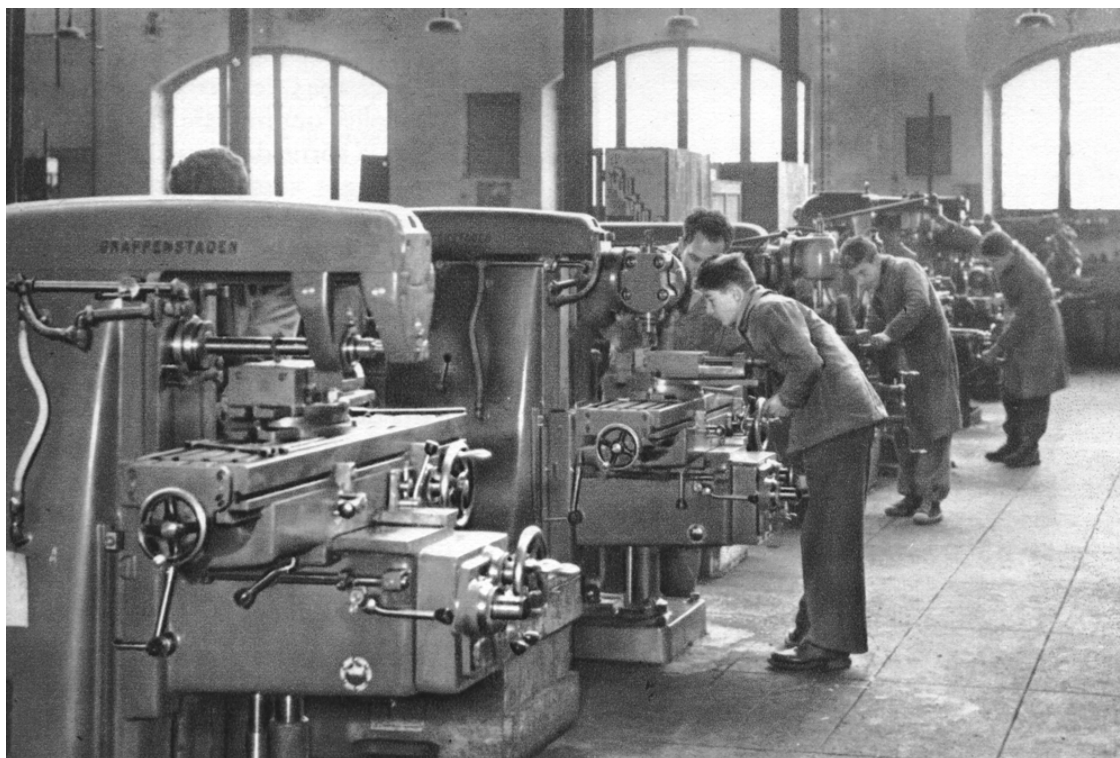
## 6.7 Ateliers équipés de machines-outils

### 6.7.1 Atelier de tours alimentés par courroie



École Henri Brisson (ENP) Vierzon, d'après une carte postale.

## 6.7.2 Atelier de Fraiseuses à commande individuelle (ENP de Tarbes)



Renaudeau Fernand (1954). *Encyclopédie générale de l'éducation française. L'Enseignement Technique.* Ministère de l'Éducation Nationale. Paris : Lombardi. (p. 157).

## 6.8 Liste des machines et appareillages fabriqués dans les Écoles nationales de l'enseignement technique. (Vercier, 1947)

### 6.8.1 Dans les Écoles nationales d'Arts et Métiers (ENAM)

ÉCOLES	Chapitre A	Chapitre B		
	Constructions imposées	Constructions recommandées		
	Machines	Machines	Appareillages	Electricité
	<b>Ecoles Nationales d'Arts et Métiers</b>			
PARIS	Tours P. 15 char. et fil.	Tours à bois		Mot. as. triph. 1450 t. 50 p. 220 v. 3 et 4 ch.
AIX	Tours P. 14 char.	Mortaiseuse à bois à mèche	Table inclinab. (type Châlons)	2 et 3 ch.
CHALONS	Fraiseuse vert. tête semi-univ. course 500	Raboteuse de C. 400	Diviseur univ. plateau circu.	1 et 2 ch.
ANGERS	Fraiseuse hori. course 500	Scies à ruban de 0,700	Diviseur simple de 125	1/4 et 5 ch.
LILLE	Etau limeur de 400	Dégauchisseuse de 0,400	Mandrins à 3 mors univ. (serr. conc.)	1/2 et 2,5 ch.
CLUNY	Perceuse à colo. capacité 25 mm.	Scies circul. de 0,300	Appareils à taraud.	1,5 et 6 ch.

## 6.8.2 Dans les Écoles nationales professionnelles (ENP)

ÉCOLES	Chapitre A	Chapitre B	
	Constructions imposées	Constructions recommandées	
	Machines	Machines	Electricité
	<b>Ecoles Nationales Professionnelles</b>		
ARMENTIERES	Etaux limeurs de 150	Poinçonneuse à vis (St.-Etienne)	Transfo. de 24 v. p <sup>f</sup> mach. portative
CHALON-s.-SAONE	Etaux limeurs de 150	Sensitive sur colonne	Moteur de 1 ch.
CREIL	Perceuse d'établi	Scie circulaire de 0,300 (à bois)	Interrupteurs sous coffrets
EGLETONS	Machine univer. à affûter les fraises, tarauds	Poinçonneuse à levier (St.-Etienne)	Contacteurs
EPINAL	Affûteuse pour lames de dégauch. et raboteuses	Machine à affût. les forets hélicoïdaux	Disjoncteurs
LIMOGES	Perceuses d'établis	Machine à affût. les lames de scies circul.	Moteurs de 2 ch.
LYON	Dégauchisseuse à bois de 0,400	Presse à mandriner (Aix)	Moteurs de 3 ch.
METZ	Machine à affût. les lames de scies à ruban	Dispositif à avoyer les scies	Rhéostats
NANCY	Etaux limeurs de 0,400	Barres sinus	Contacteurs
NANTES	Tours d'apprent. moderne	Toupies à bois	Moteurs de 1 ch.
OYONNAX	Scies sauteuses	Cisaille à levier (Saint-Etienne)	
SAINT-ETIENNE	Etaux limeurs de 0,300	Perceuse à bois capac. 25 dist. br. bâti 0,600	Moteurs 2, 5 ch.
SAINT-OUEN	Tours à bois	Tours de 165 à charioter	Disjoncteurs
TARBES	Machines à centr. 2 broch.	Plateaux de tours	Plateaux électro-magnét.
THIERS	Scies mécan. à avance et relevage hydraul.	Sensitives d'établis	Moteurs de 8 ch.
VIERZON	Meules et lapidaires doubl.	Tours à repousser	Moteurs de 2 ch.
VOIRON	Machine à affûter les outils de tours	Machine à affût. les fers de toupies à bois	Transformateurs de 24 v. pour une mach. portative
	<b>Ecoles Nationales d'horlogerie et spéc.</b>		
BESANÇON	Tours d'outil. de 102 hdp. Comparateurs Pendulettes élec.	Tours d'horlo. à pivoter Calibres à coulisse au 1/50	
CLUSES	Tours d'établi 70 mm. hdp. Appareils à dessiner Pendules élec.	Tours d'horlo. à finir Comparateurs Calibres à coul. de 1/50	
MOREZ	Fraiseuses d'établi	Micromètres	

Vercier Charles (1947). Journées pédagogiques. La formation du technicien. *Technique Art Sciences*, 1, 8-13.

6.9 Extrait du décret n° 46/926 du 6 mai 1946. Modification du régime des examens.

« Article 11 : les épreuves du baccalauréat de l'enseignement secondaire sont divisées en deux parties.

Elles portent sur les programmes officiels des classes suivantes : classe de première et classe correspondante de l'enseignement technique pour la première partie ; classe de

*philosophie, de sciences expérimentales, de mathématiques et classes correspondantes de l'enseignement technique pour la deuxième partie.*

*Article 13 : les candidats à la première partie peuvent choisir, au moment de leur inscription, entre cinq séries d'épreuves: série classique A, série classique B, série classique C, série moderne, série technique. (...)*

*Article 15 : les candidats à la seconde partie peuvent choisir, au moment de leur inscription, entre quatre séries d'épreuves: philosophie, sciences expérimentales, mathématiques, mathématiques et technique. (...)*

*Article 22 : le grade de bachelier de l'enseignement secondaire est conféré aux candidats qui ont subi avec succès les épreuves d'une série de chacune des deux parties. Le diplôme porte les indications suivantes :*

*- A philosophie ou A sciences expérimentales ou A mathématiques ou A mathématiques et technique ;*

*- B philosophie ou B sciences expérimentales ou B mathématiques ou B mathématiques et technique ;*

*- C philosophie ou C sciences expérimentales ou C mathématiques ou C mathématiques et technique ;*

*- Moderne philosophie ou Moderne sciences expérimentales ou Moderne mathématiques ou Moderne mathématiques et technique ;*

*- Technique philosophie ou Technique sciences expérimentales ou Technique mathématiques ou Technique mathématiques et technique».*

## 6.10 Programmes de technologie au concours d'entrée aux Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM)

A. du 21 juin 1948. BO 24 du 26-7-48

### 6.10.1 Programme de technologie professionnelle (concours d'entrée ENIAM)

#### *a) Métrologie*

Instruments de mesure à dimensions variables : pied à coulisse ; palmer.

Instruments de mesure à dimensions fixes : cales-étalons, calibres mâchoires, tampons doubles et jauges plates. Un instrument de comparaison : le comparateur à cadran.

#### *b) Interchangeabilité.*

Ajustements. Tolérances de fabrication. Les nombres normaux.

Système de l'alésage normal. Ajustements usuels.

#### *c) Généralités sur les procédés d'usinage.*

Le travail à la main : traçage, grattage, rodage, taraudage, alésage.

Étude de principe des machines à percer sensibles et à colonne.

#### *d) La coupe.*

Caractéristiques et formes générales des outils, partie active et support.

Étude particulière de quelques outils : lime, burin, foret hélicoïdal, alésoir, taraud, grattoir.

#### 6.10.2 Programme de technologie de construction (concours d'entrée ENIAM)

##### *A. - Fonction mécanique d'une pièce ou d'un organe de machine*

Assemblages : assemblages fixes indémontables. Assemblages fixes démontables. Assemblages mobiles ou articulés. Assemblages élastiques.

Guidages : guidages en rotation, guidages en translation.

Graissage : organes simples. Écoulement des fluides. Étanchéité.

##### *B. - Éléments de machines destinés à réaliser ces fonctions*

Assemblages : rivets, rivures, soudures, vis, écrous, boulons, clavettes, articulations, ressorts.

Pour les guidages : arbres, manchons, joints de cardan, paliers, crapaudines, boîtards, roulements à billes, engrenages cylindriques et coniques, coulisseaux.

Pour le graissage : graisseurs de types simples, graissage par bagues libres.

Pour l'écoulement des fluides : soupapes, obturateurs à valves, tournants ou à vannes, presse-garnitures.

##### *C. - Organes de machines*

Pistons, bielles, manivelles et excentriques pour moteurs à vapeur, à explosion ou Diesel de type simple.

REMARQUE. - A l'épreuve de travail manuel, une heure sera consacrée à une question écrite de technologie portant sur l'outillage à main du mécanicien, les appareils de contrôle et de mesure, l'interchangeabilité et les ajustements (coef. 0,5).

## **7. 1948 - 1958, l'essor avant les grands changements - Le paradigme des organes de machines**

## 7.1 Comparaison de la réussite de l'implantation des sciences expérimentales et industrielles dans l'enseignement technique élémentaire et moyen

Les causes de l'échec pour les sciences industrielles apparaissent en gras.

Curriculum	Sciences expérimentales	Sciences industrielles
Volonté de mettre en place un enseignement scientifique, synonyme de progrès social et de culture, trait d'union entre la science et l'industrie	Oui	Oui
Volonté sociale et politique de mettre en place un enseignement scientifique, trait d'union entre la science et l'industrie	Oui	Oui
Textes officiels en vigueur	Réforme de 1902, conférence du recteur Liard, instructions officielles de 1925 et 1950	Programmes de 1946 (collèges techniques) et de 1948 (centres d'apprentissage)
Implication des inspecteurs	Oui	Oui
Implication des professeurs	Probable, recrutement et vocation à apprendre les sciences (discipline expérimentale par essence)	<b>Incertaine</b> , du fait du recrutement et de la vocation à apprendre un geste professionnel
Ouvrage de référence	Claude Bernard <i>La méthode expérimentale</i>	Henri Le Chatelier <i>Science et industrie</i>
Existence antérieure d'un vécu de pratiques de l'enseignement expérimental	Dans l'enseignement classique, dans les ENP et écoles d'Arts et Métiers	<b>Non</b>
Appareils expérimentaux	Relativement simples et faciles à réaliser	<b>Complicés et chers</b>
Manuel scolaire	Mécanique expérimentale le « <i>Basquin</i> »	<b>Non</b>
Fabricant de matériel didactique	Oui	<b>Non</b>
Locaux	Salle de sciences	<b>Pas de laboratoire équipé</b>

## 7.2 Le dessin figuratif d'un usage courant dans les manuels de technologie des écoles primaires supérieures (EPS)

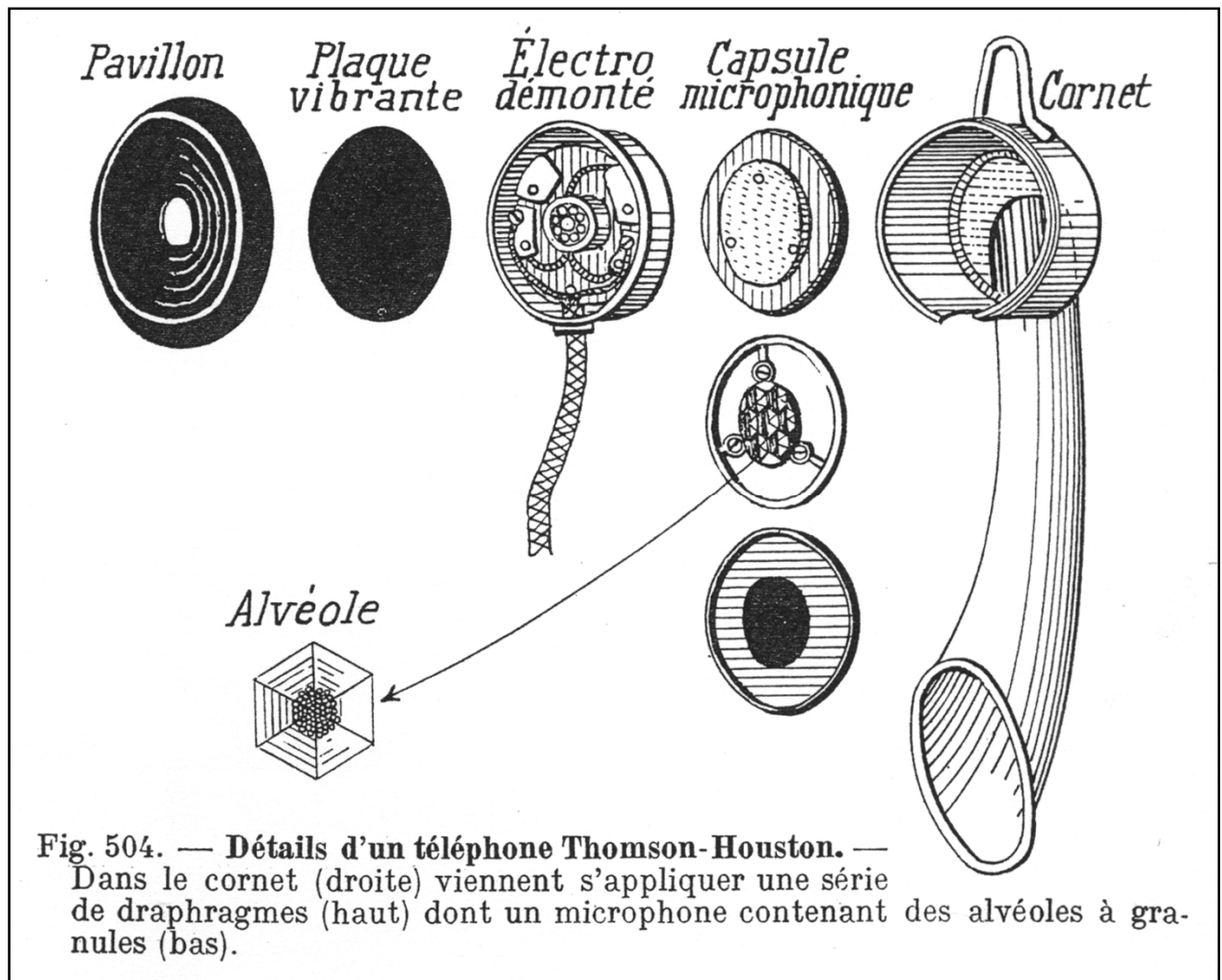


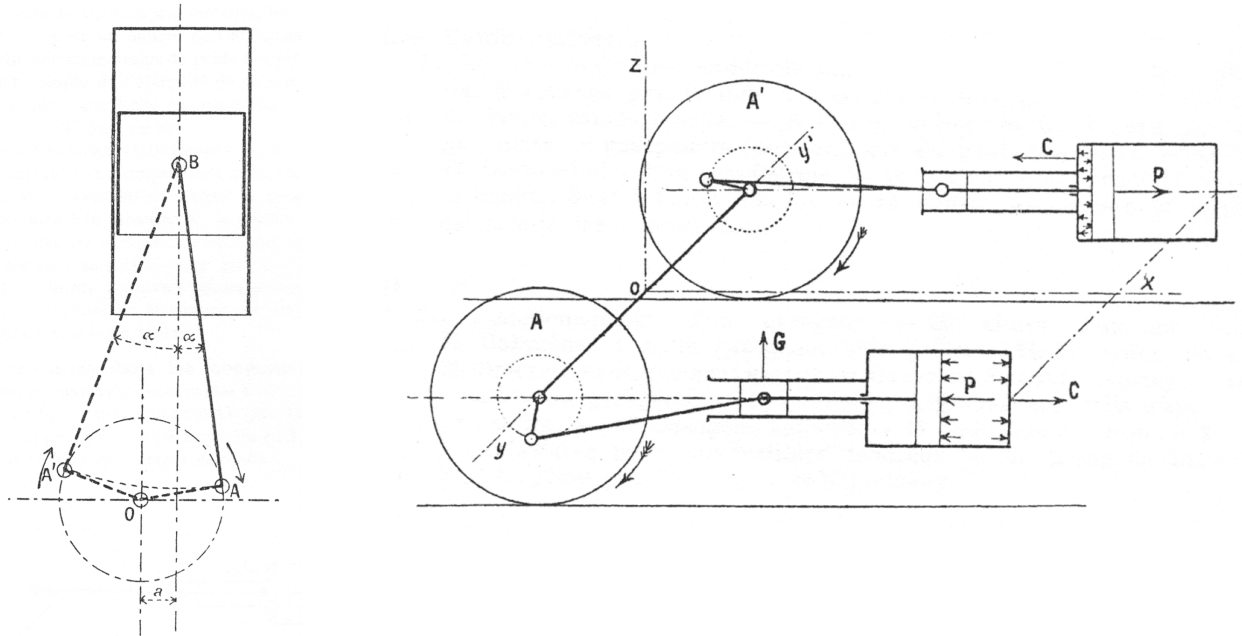
Fig. 504. — Détails d'un téléphone Thomson-Houston. — Dans le cornet (droite) viennent s'appliquer une série de daphragmes (haut) dont un microphone contenant des alvéoles à granules (bas).

Chaplet, A. (1934). *La technologie moderne. Méthodes et procédés*. Paris : Delagrave. (p. 473).

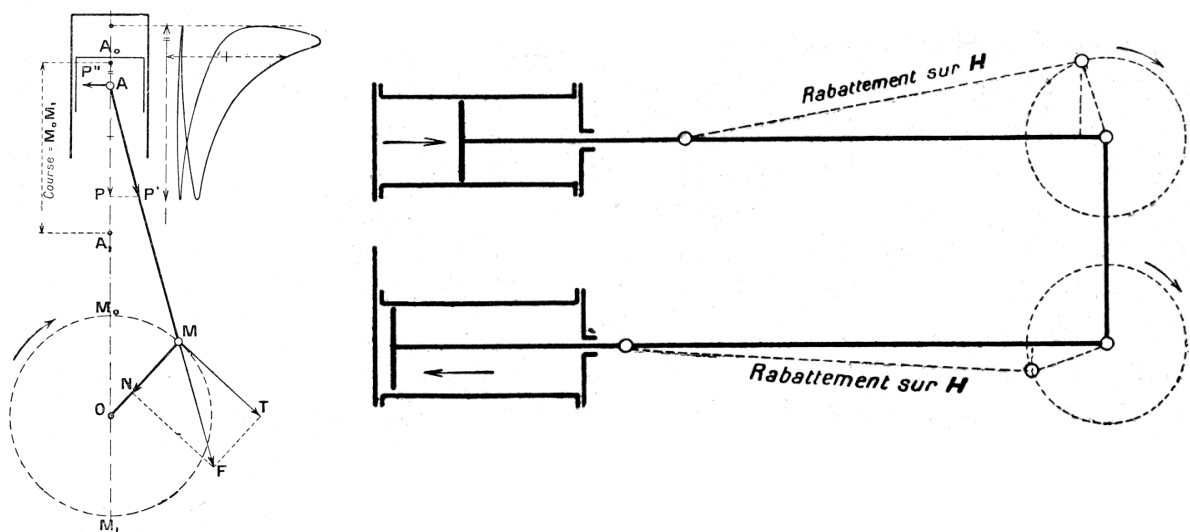


## 7.3 Systèmes bielles manivelles auxquels sont associés un ou plusieurs pistons - Schémas explicatifs


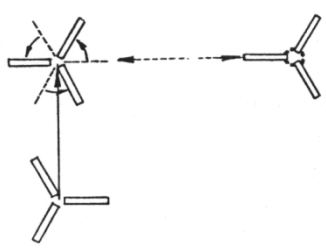
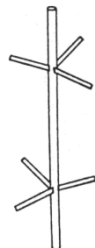
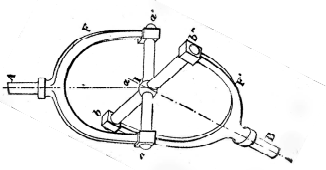
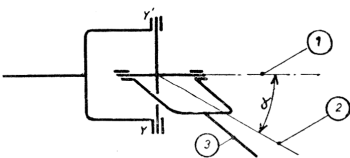
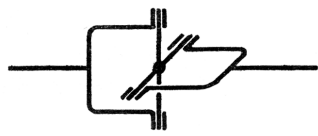
7.3.1 Guillot L. (1918). *Cours de mécanique. Tome 4, Moteur à gaz et à pétrole.* Paris et Liège : Béranger.



7.3.2 Gouard E., Herniaux G. (1939). *Mécanique. Complément au cours élémentaire de mécanique industrielle. Deuxième partie.* Paris : Dunod.



## 7.4 Dessin illustratif et schémas figuratifs correspondants

Dessin illustratif	Schémas figuratifs	
	Schéma explicatif	Schéma descriptif
<p>1</p>  <p>Conforme à cl<sub>5</sub>, cl<sub>6</sub> et cl<sub>7</sub></p>	<p>2</p>  <p>Ve - Syn - Exp - C<sub>2</sub></p>	<p>3</p>  <p>Ve - En - Des - C<sub>2</sub></p>
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 

1. 2 et 3 : Tige et feuilles d'après Vezin (1980).

Vezin Jean-François (1980). Complément du verbal et du non-verbal dans l'acquisition de connaissances. *Monographie française de psychologie*. Paris : CNRS.

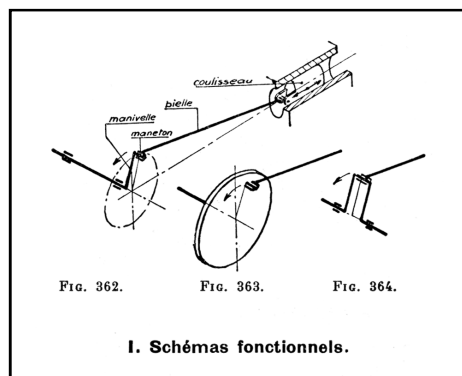
4 : Transmission d'un mouvement de rotation par cardan, Rouelle (1930).

Rouelle M. (1930). *Cours de technologie industrielle (construction mécanique)*. Livre 1. Métaux et matières diverses – organes de machines. 6<sup>e</sup> édition. Paris : École spéciale de travaux publics.

5 et 6 : Transmission d'un mouvement de rotation par cardan, Lenormand et Mignée (1949).

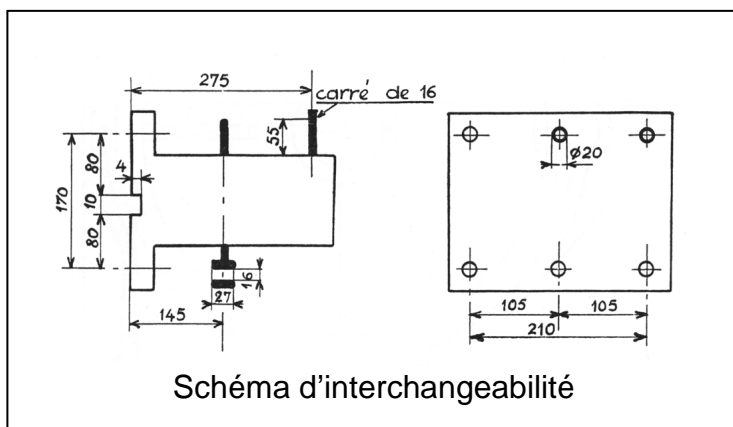
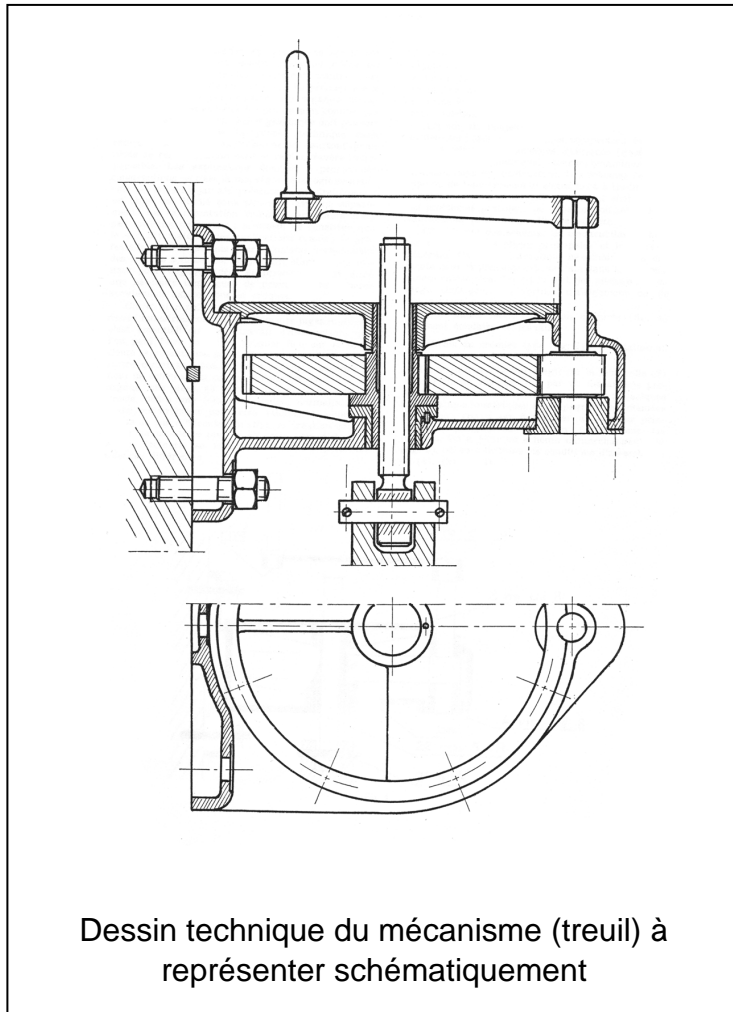
Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction*. Tome I. Paris : Foucher.

## 7.5 Apparition de l'appellation « schéma fonctionnel » en 1959

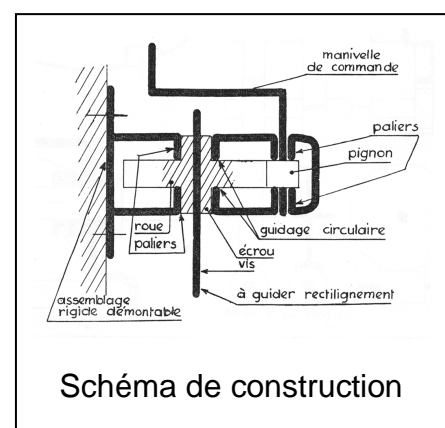
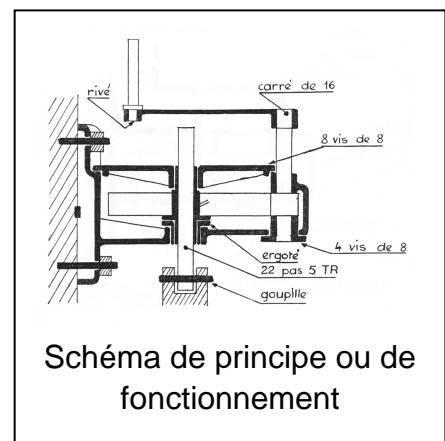
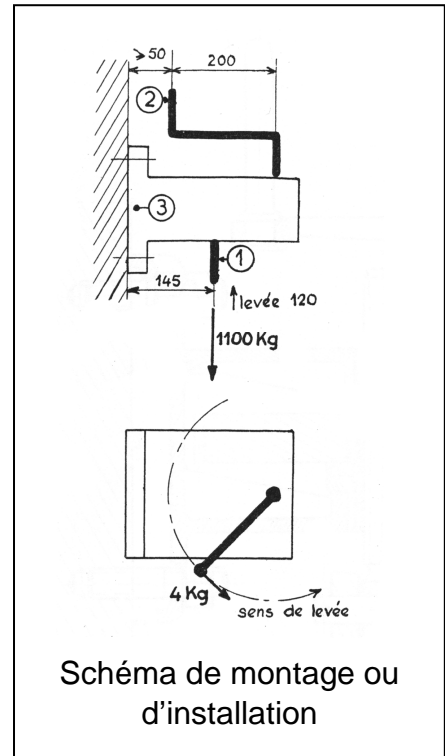


Giet Armand, Pasquet Raymond (1959). *Technologie de construction*. Tome III. Organes de machines. Paris : Dunod. (p. 217).

## 7.6 Différents types de schéma non normalisé, d'après un dessin technique

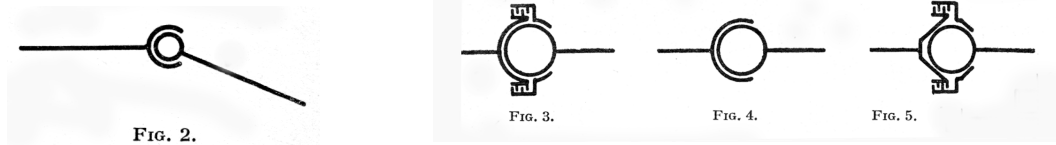


D'après Jean Tourancheau, 1951, p. 33-38  
 Tourancheau Jean (1951). Le schéma. *Technique Art Science*, 7, 33-38.



## 7.7 Symbole des liaisons élémentaires

### 7.7.1 Liaison rotule, la naissance d'un symbole



La figure 2 apparaît comme le premier symbole d'une liaison élémentaire (ici une liaison rotule). Figures 3, 4 et 5 : différents procédés de réalisation d'une liaison rotule.

Lenormand Georges, Mignée Raymond (1949). *Technologie de construction. Tome I.* Paris : Foucher. (p. 73.)

### 7.7.2 Liaisons mécaniques élémentaires Norme NF E 04 015 (1974)

Nom de la liaison	Degrés de liberté (d.d.l)	Mouvements relatifs	Symbole	
			Représentation plane	Perspective
Encastrement ou Fixe	0	Translation		
		Rotation		
Pivot	1	Translation		
		Rotation		
Glissière	1	Translation		
		Rotation		
Hélicoïdale	1	Translation		
		Rotation		
		Translation et rotation conjuguées		
Pivot glissant	2	Translation		
		Rotation		
Sphérique à doigt	2	Translation		
		Rotation		
Appui plan	3	Translation		
		Rotation		
Rotule ou sphérique	3	Translation		
		Rotation		
Linéaire annulaire ou sphère-cylindre	4	Translation		
		Rotation		
Linéaire rectiligne	4	Translation		
		Rotation		
Ponctuelle ou Sphère-plan	5	Translation		
		Rotation		

## 7.8 Les prémices de l'analyse fonctionnelle

EXERCICES.

1. Dire, parmi les éléments encadrés d'un rectangle sur le croquis ci-dessous (fig. 6), ceux qui constituent :

- une pièce;
- un organe;
- un mécanisme.

Reconnaitre les fonctions mécaniques élémentaires qui sont remplies dans les régions entourées d'un cercle.

2. Étude d'une machine-outil simple (étau par exemple) : reconnaître et désigner :

- ses différents éléments;
- les fonctions mécaniques auxquelles satisfont ces éléments.

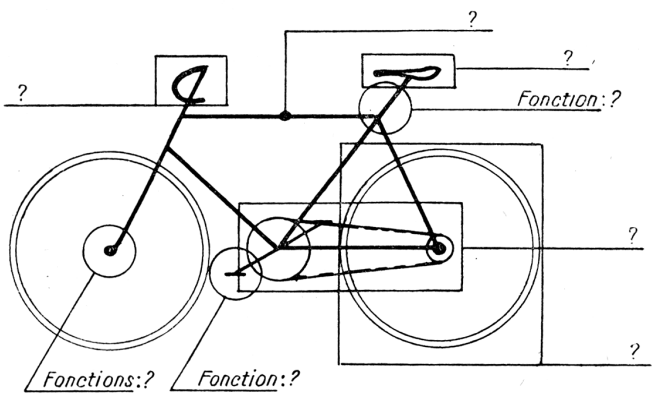


FIG. 6.

Giet Armand, Pasquet Raymond (1953). *Technologie de construction. Tome I, liaison des pièces mécaniques*. Paris : Dunod. (p. 2).

## 7.9 L'apparition de l'analyse technique

### 7.9.1 La préparation de la leçon (extrait)

ANALYSE TECHNIQUE DE LA LEÇON	REPÈRES PÉDAGOGIQUES
<p><b>Définition :</b>            Organes compris dans la distribution.            Systèmes à soupapes.            Système sans soupapes.</p> <p><b>La soupape :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Siège non rapporté;</li> <li>— Siège rapporté;</li> <li>— Guide de soupape;</li> <li>— Ressort hélicoïdal;</li> <li>— Barre de torsion;</li> <li>— Fixation du ressort sur la soupape.</li> </ul> <p><b>Étude des conditions de travail. Étanchéité. Commande des soupapes suivant les différents systèmes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Moteur à soupapes latérales;</li> <li>— Moteur à soupapes en tête :               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) à commande par culbuteurs,</li> <li>b) à arbre à cames en tête.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Attaque de la tige de soupape:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Pousoir;</li> <li>— Culbuteur et commande</li> </ul>	<p>Exercices à l'atelier.</p> <p>Étudié en technologie pratique et exercices d'atelier.</p> <p>Étudié en technologie pratique et exercices d'atelier.</p>

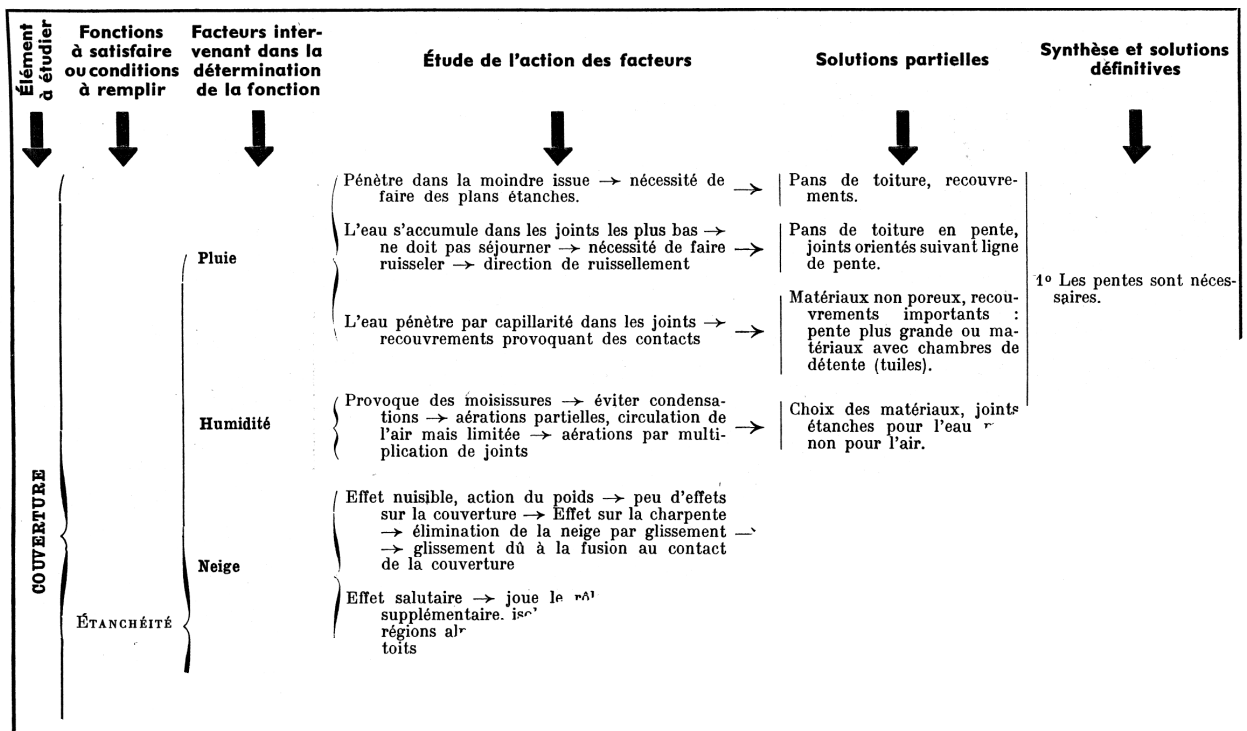
## 7.9.2 Le déroulement de la leçon (extrait)

### PLAN DE LA LEÇON

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX	DÉROULEMENT PÉDAGOGIQUE BASÉ SUR L'OBSERVATION	EXPÉRIMENTATION
I. — Définition. Chaîne cinématique d'un système de distribution.	<p><i>Observation localisée</i> d'un système :</p> <p>a) Moteur à soupapes latérales ;                      b) Moteur à soupapes en tête commandées par culbuteurs.</p> <p>Arbre moteur → arbre à cames → came →                      poussoir → soupape                      → tige de culbuteur — culbuteur →                      soupape.</p> <p>Observation comparative des deux systèmes (et du système sans soupapes).</p>	
II. — Étude de la soupape et de son siège.	<p><i>Observation fonctionnelle</i> en partant des conditions de travail :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Températures élevées ;</li> <li>— Martelage dû au fonctionnement ;</li> <li>— Corrosion.</li> </ul> <p>Justification de la forme de la tête :  <i>Critique</i> d'une tête plate.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Surface de contact, largeur de portée ;</li> <li>— Forme tronconique, avantage ;</li> <li>— Dégagements du siège : passage des gaz.</li> </ul> <p>Justification du matériau employé pour la construction des soupapes et des sièges.</p>	<p>Contrôle des compressions dans un moteur polycylindrique.</p> <p>Critique des résultats montrant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Influence du jeu dans les guides ;</li> </ul>

Desbois Marcel (1958). Étude des organes de la distribution, spécialité réparateur automobile. *Le Cours Industriel*, 5, 143-148.

## 7.10 Tableau d'analyse technique sous forme d'un arbre



Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-180. (p. 178.)

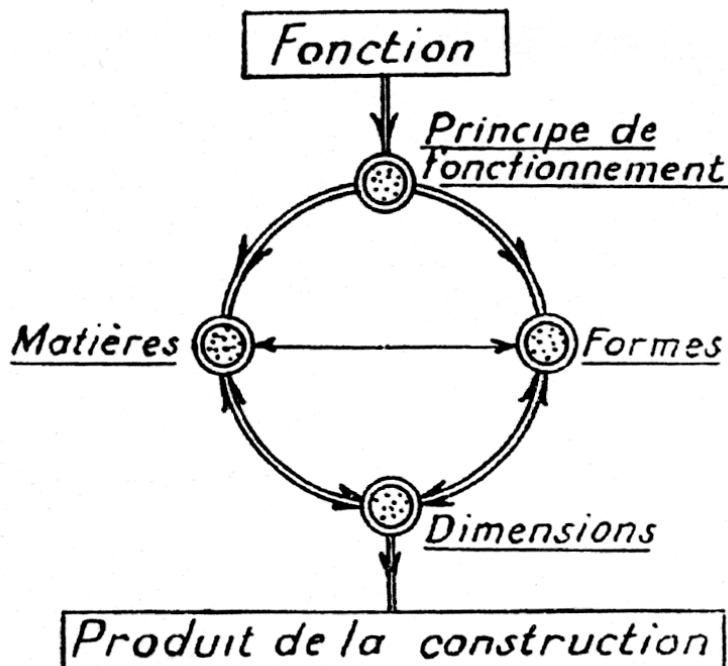
### 7.11 Cadre formel d'analyse fonctionnelle

Tableau d'analyse fonctionnelle

ÉLÉMENTS A ANALYSER	FONCTIONS A SATISFAIRE OU CONDITIONS A REMPLIR	FACTEURS INTERVENANT DANS LA DÉTERMINATION DE CHAQUE FONCTION OU CONDITION	ÉTUDE DE L'ACTION DES FACTEURS	SOLUTIONS PARTIELLES	SYNTHÈSE ET SOLUTION DÉFINITIVE
1 <sup>er</sup> élément à analyser	1 <sup>re</sup> fonction ou condition	1 <sup>er</sup> facteur	Effets — Conséquences .....	1 <sup>re</sup> solution	Solutions
		2 <sup>e</sup> facteur		2 <sup>e</sup> solution	
	2 <sup>e</sup> fonction ou condition etc.....	1 <sup>er</sup> facteur			

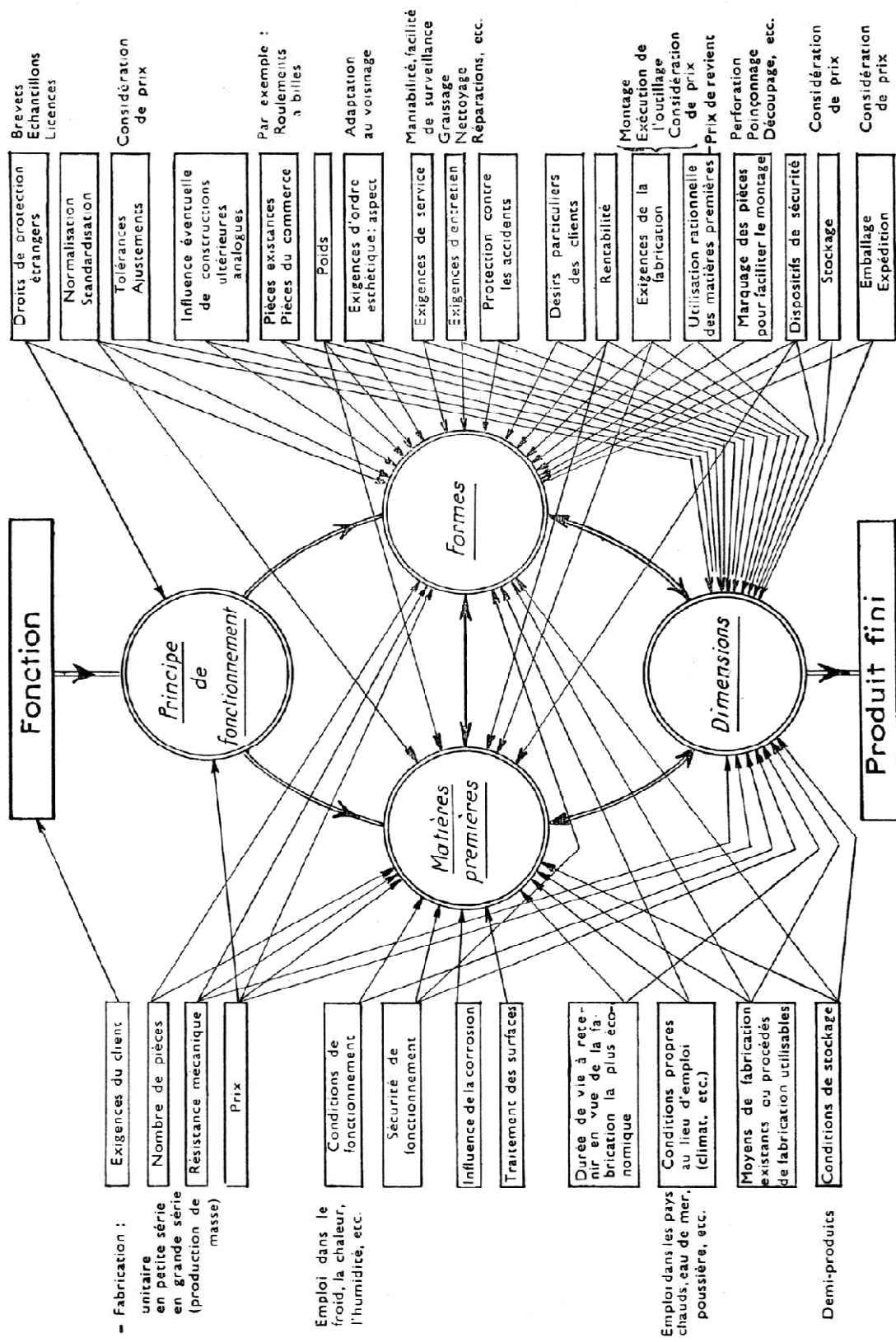
Baudo M. (1958). Leçon de technologie. *Le Cours Industriel*, 6, 177-180. (p. 180).

### 7.12 Les quatre éléments de base d'une construction qui permettent de passer de la « fonction » au « produit de la construction » selon Hans Tschochner



Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles. (p. 49).

### 7.13 Influences réciproques des quatre éléments de base et des facteurs extérieurs déterminant une construction selon Hans Tschochner



- Fabrication : unitaire en petite série en grande série (production de masse)

Emploi dans le froid, la chaleur, l'humidité, etc.

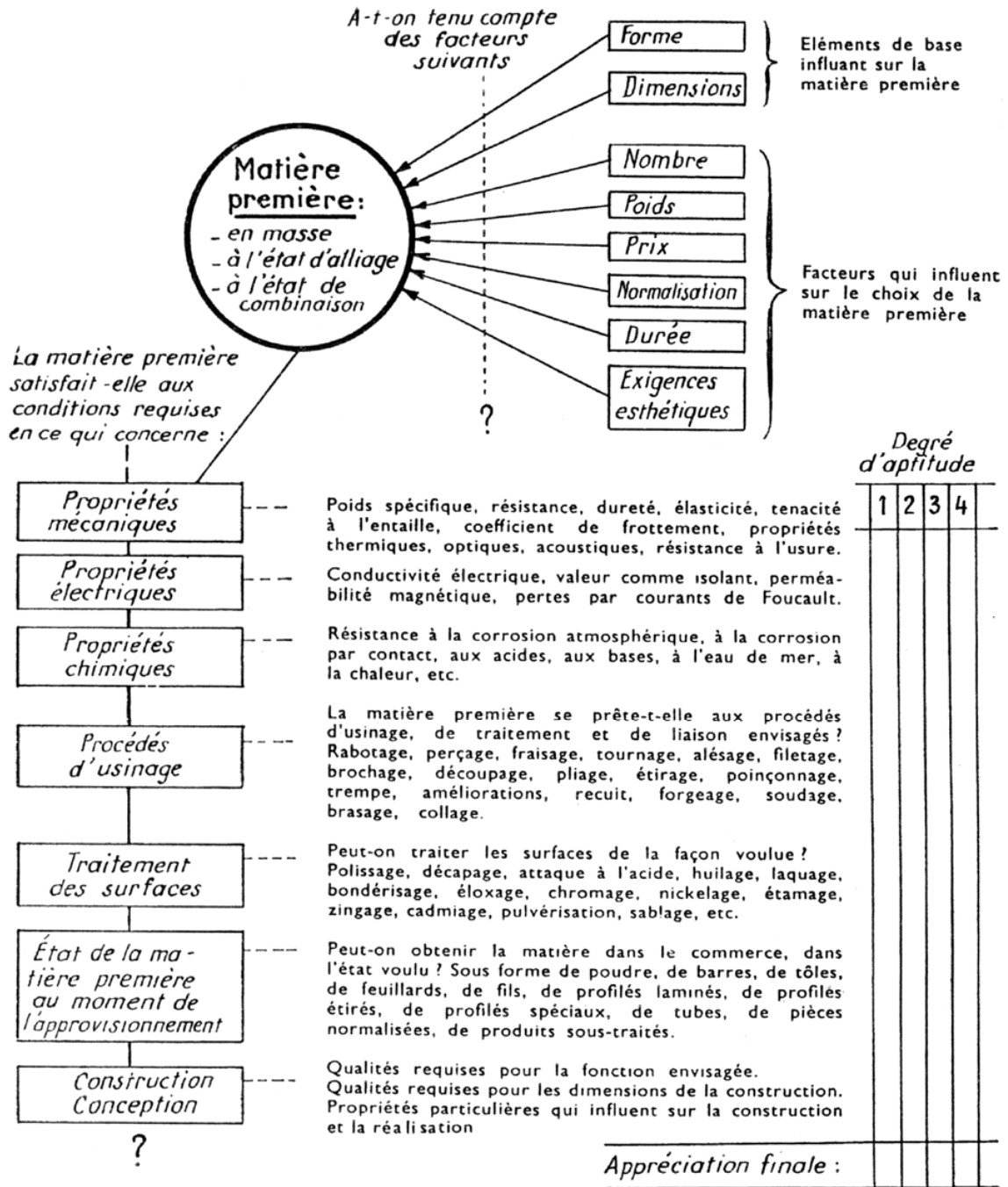
Emploi dans les pays chauds, eau de mer, poussière, etc.

Demi-produits



Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles. (p. 50).

### 7.14 Plan méthodique d'examen des matières premières selon Hans



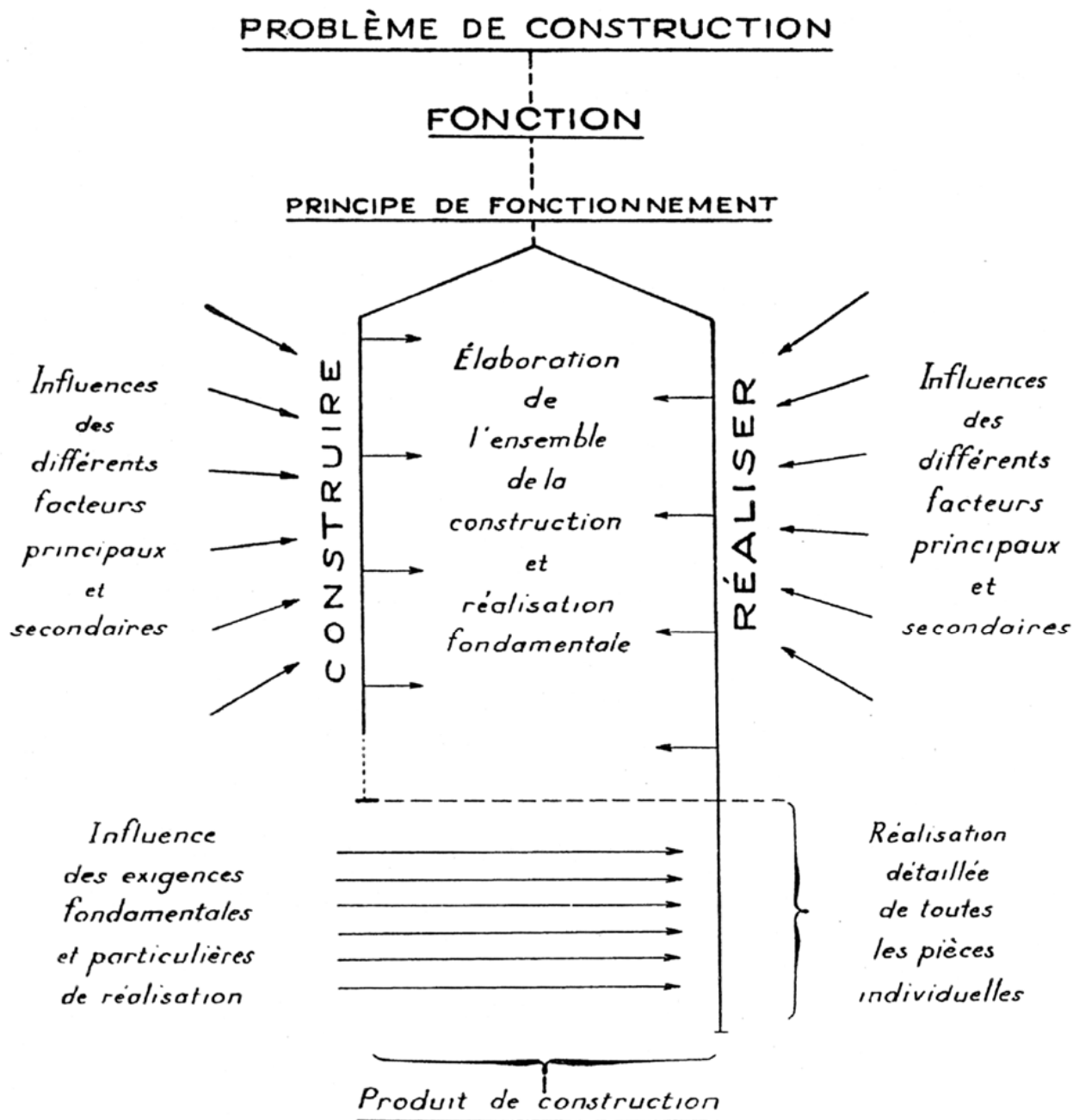
**Conclusion :** La matière a-t-elle les qualités requises pour l'emploi envisagé ?

**Explications :**  
 Degré d'aptitude :  
 1 = bon  
 2 = bon  
 3 = médiocre  
 4 = insuffisant

Mettre pour chaque groupe d'appréciation un point dans la colonne qui correspond au degré d'aptitude en ce qui concerne la propriété envisagée. Additionner les points de chaque colonne pour obtenir l'appréciation finale. Si la majorité des points se trouve dans les colonnes 1 et 2, alors la matière première est parfaitement indiquée pour l'emploi envisagé. Si la majorité des points tombe dans les colonnes 2 et 3, la matière est juste satisfaisante. Si enfin la majorité des points se trouve dans les colonnes 3 et 4, la matière est à rejeter.

Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles. (p. 52).

### 7.15 Synthèse des notions « construire et réaliser » selon Hans Tschochner



(Pour terminer : Constitution de tous autres documents techniques relatifs à la construction complète).

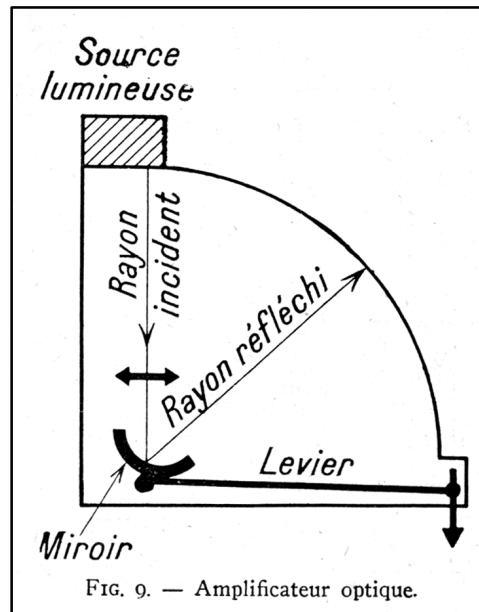
Tschochner Hans (1957). *Construire et réaliser. Le manuel de l'ingénieur d'étude*. Traduit de l'allemand par Bohn Constant. Paris : Eyrolles. (p. 256).

### 7.16 Matières et horaires des enseignements techniques du baccalauréat technique (1956)

	2 <sup>de</sup>	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les trois ans
Dessin technique	4 h	4 h	-	8 h
Construction mécanique Organisation du travail Géométrie descriptive	-	-	4 h	4 h
Technologie de construction	1 h	1 h	1 h	3 h
Technologie professionnelle	1 h	1 h	8 h	10 h
Travaux pratiques	12 h	7 h	-	19 h
Total hebdomadaire	18 h	13 h	13 h	44 h

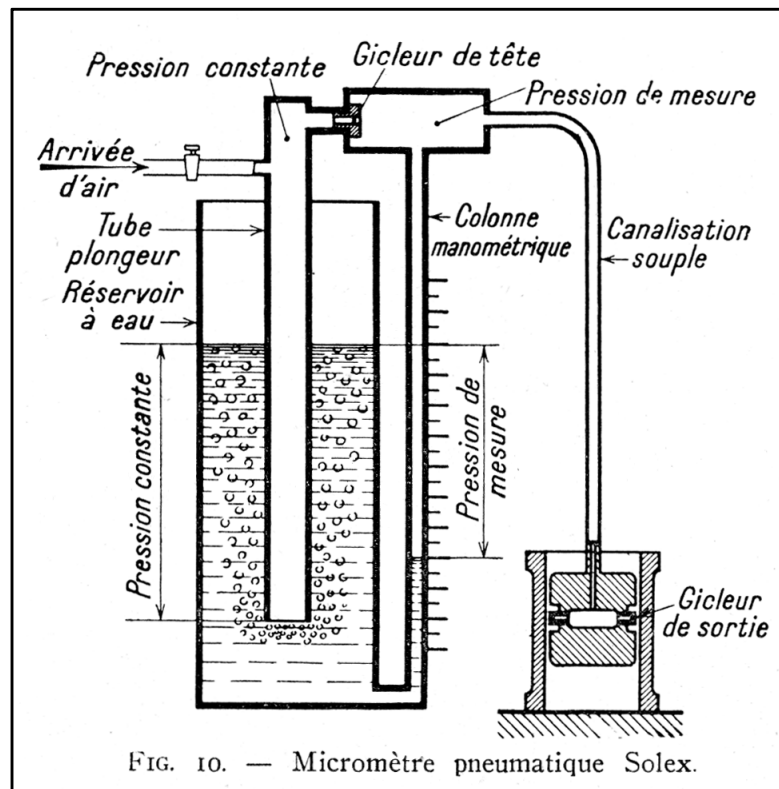
## 7.17 Appareils de métrologie opto-mécanique et pneumatique

### 7.17.1 Principe d'un appareil de métrologie opto-mécanique



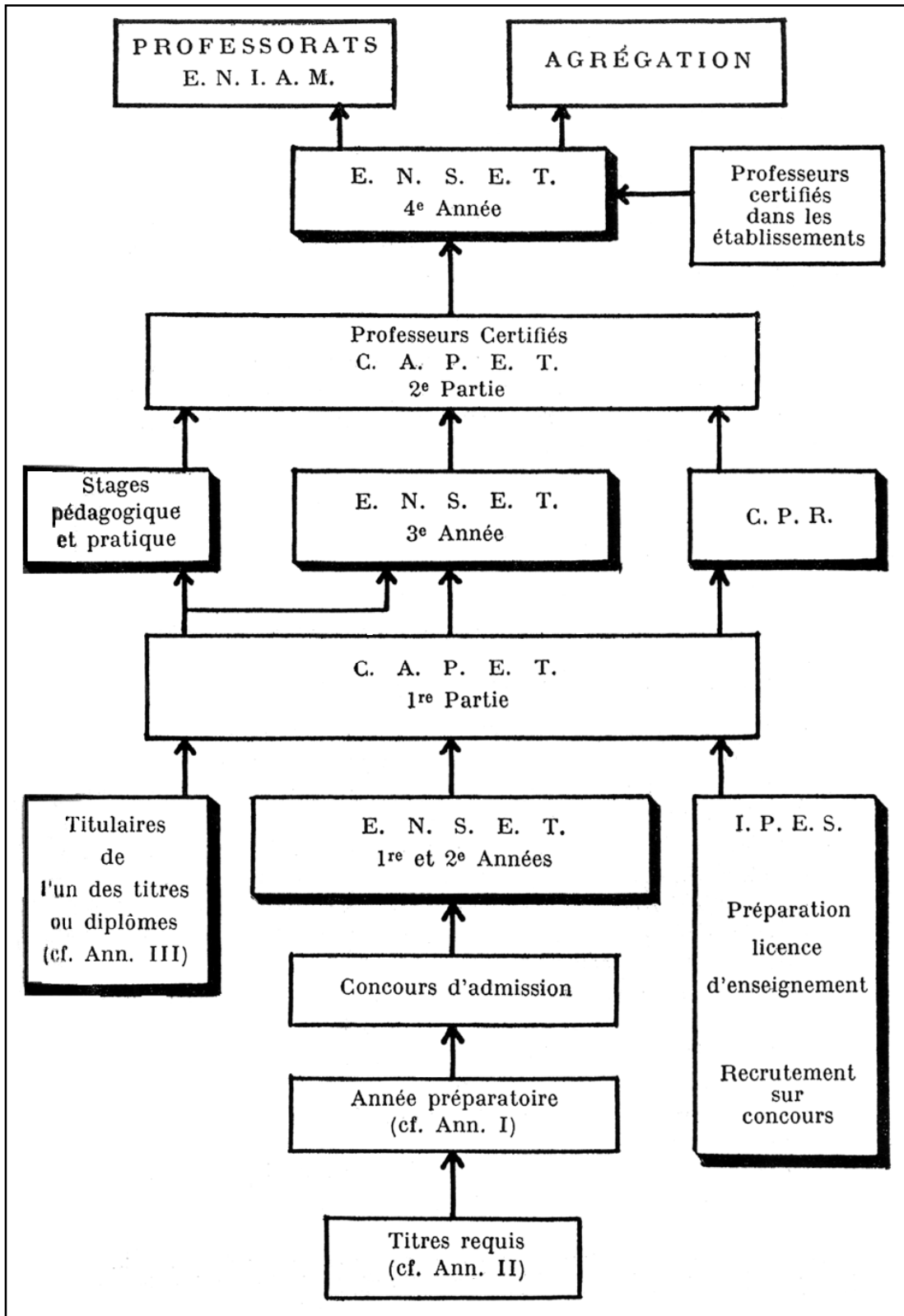
Berrens Sylvain (1953). *Manuel de technologie. Deuxième partie du Baccalauréat Technique*. Paris : Belin. (p. 6)

### 7.17.2 Principe d'un appareil de métrologie pneumatique



Berrens Sylvain (1953). *Manuel de technologie. Deuxième partie du Baccalauréat Technique*. Paris : Belin. (p. 7)

## 7.18 Recrutement et formation des professeurs certifiés et agrégés de l'enseignement technique



Cauët R. (1958). Réalités actuelles de l'enseignement technique - Le recrutement et la formation des professeurs, certifiés et agrégés, de l'enseignement technique. *L'enseignement technique*, 18, 29-38. (p. 33).

## **7.19 Établissements assurant une préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET en 1958.**

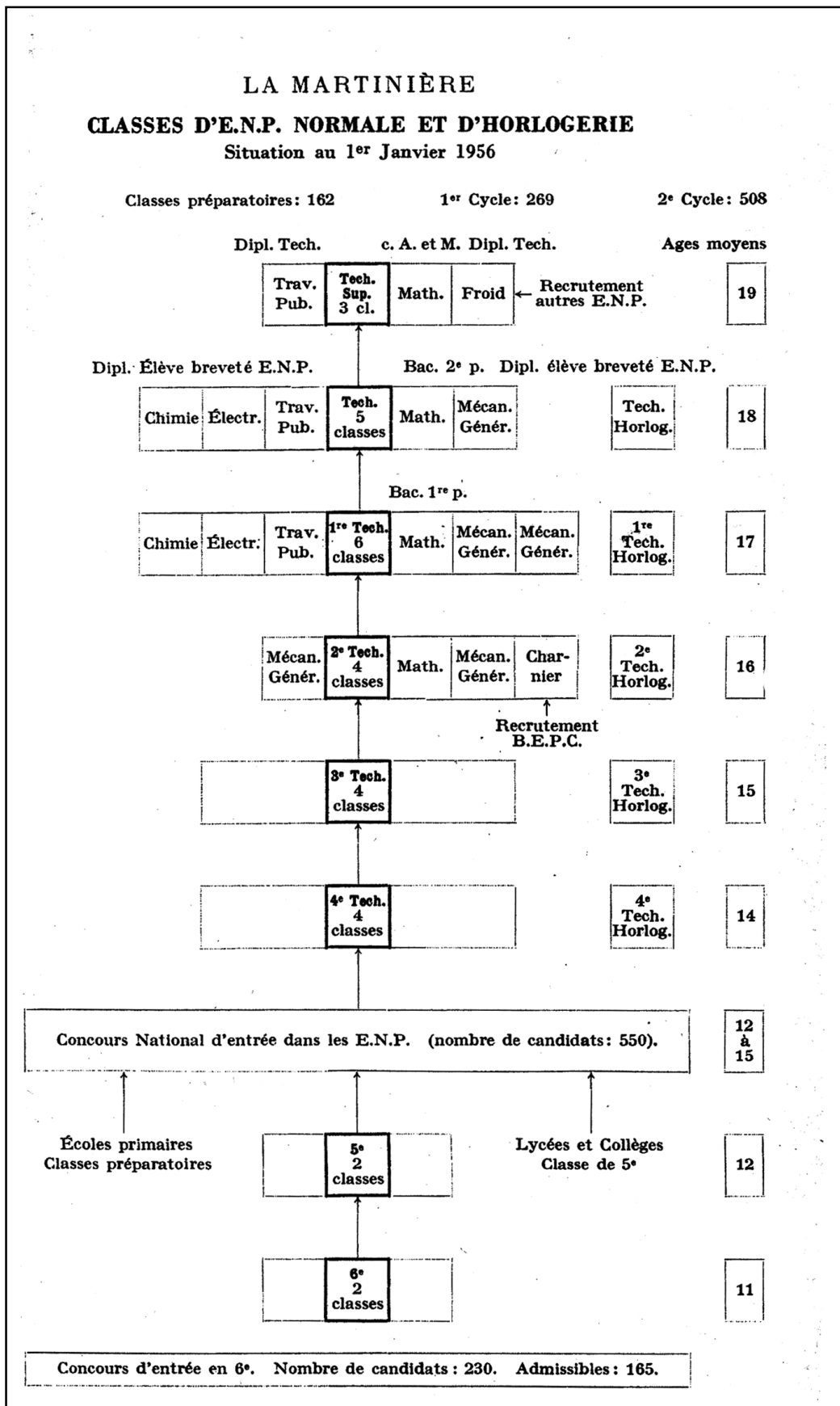
### **7.19.1 Établissements assurant une préparation spéciale au concours d'entrée à la section B de l'ENSET.**

- École nationale professionnelle La Martinière de Lyon
- École nationale professionnelle d'Armentières
- École nationale professionnelle de Paris
- Collège Diderot de Paris
- Collège technique de garçons de Reims

### **7.19.2 Établissements possédant des classes permettant la préparation au concours d'entrée à la section B de l'ENSET.**

- École nationale professionnelle de Saint-Ouen
- École nationale professionnelle d'Égletons
- Collège Dorian de Paris
- Lycée de Brive
- Collège technique de Bordeaux

## 7.20 Exemple de structure d'une École nationale professionnelle (ENP) : La Martinière à Lyon en 1956



Anonyme (1956). *L'Enseignement technique*, 9, 61-73.

## 7.21 Horaires des sections normales et spéciales des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques industriels (1951)

### SECTIONS NORMALES OU INDUSTRIELLES DES E.N.P. DE GARÇONS (1)

Enseignements	1	2	3	4	5
	4 <sup>e</sup> T I	3 <sup>e</sup> T I	2 <sup>e</sup> T I	1 <sup>re</sup> T I	T I
Littéraires .....	13	9	9	8	4
Scientifiques .....	9	9	11	9	9
Professionnels .....	14	18	20	25	29

### SECTIONS SPÉCIALES OU THÉORIQUES

Ces sections théoriques reçoivent les candidats aux concours d'entrée dans les écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers et au baccalauréat " mathématiques et technique ".

Enseignements	3	4	5
	2 <sup>e</sup> T M	1 <sup>re</sup> T M	T-M
Littéraires .....	9	10	10
Scientifiques .....	11	16	16
Professionnels .....	20	15	15
Travaux surveillés. Interrogations.....		5	5

Constans, M. (1953). *Les Écoles nationales professionnelles*. Encyclopédie générale de l'éducation française. L'Enseignement Technique, tome II. Ministère de l'Éducation Nationale. Paris : Lombardi. (p. 156).

### HORAIRE DES COLLEGES TECHNIQUES INDUSTRIELS : GARÇONS Applicable dans les Collèges Techniques ayant une scolarité de quatre ans, à partir d'octobre 1951 (classes de 4<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup>)

Enseignements littéraires :	1950-1951	1951-1952	1952-1953	1953-1954
	4 <sup>e</sup> I	3 <sup>e</sup> I	2 <sup>e</sup> I	1 <sup>re</sup> I
Français .....	4	4	3	1
Histoire, Géographie.....	2	2	2	1
Morale, Instruction civique.....	1	1	—	—
Législation du travail, Economie générale.....	—	—	—	1
Langues vivantes (1) (fac.) .....	4	—	—	—
<b>Total .....</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
	(4 fac)			
<b>Enseignements scientifiques :</b>				
Mathématiques .....	5	4	2	1
Sciences physiques.....	3	3	—	—
Mécanique .....	—	—	2	2
Electricité .....	—	—	2	2
Sciences naturelles et hygiène.....	1	1	—	—
<b>Total .....</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>Enseignements professionnels :</b>				
Dessin technique.....	4	4	4	4
Technologie de construction.....	—	1	1	2
Technologie générale professionnelle .....	1	1	1	2
Organisation industrielle .....	—	—	—	1
Technologie de spécialité .....	1	1	1	1
Travaux pratiques d'atelier .....	8 (+4 fac)	14	19	20
<b>Total .....</b>	<b>14 (+4 fac)</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>30</b>
Dessin d'art, Ecriture.....	2	2	1	—
Education physique.....	(2+2)	(2+2)	(2+2)	(2+2)
<b>Total général .....</b>	<b>38+2</b>	<b>40+2</b>	<b>40+2</b>	<b>40+2</b>

(1) Dans le cas où l'enseignement des langues vivantes n'est pas dispensé, les quatre heures prévues à l'horaire pour cette discipline sont remplacées par quatre heures de travaux pratiques d'atelier ; toutefois cet enseignement reste obligatoire pendant le premier trimestre.

Annexe à la circulaire du 21 juillet 1951 publiée au B.O. n° 29 du 28/7/1951, p. 2117. BOEN n° 30 du 6 septembre 1951, p. 2213. Horaires des classes de 3<sup>e</sup> des C.T. industriels de garçons, examen du BEI nouveau régime.



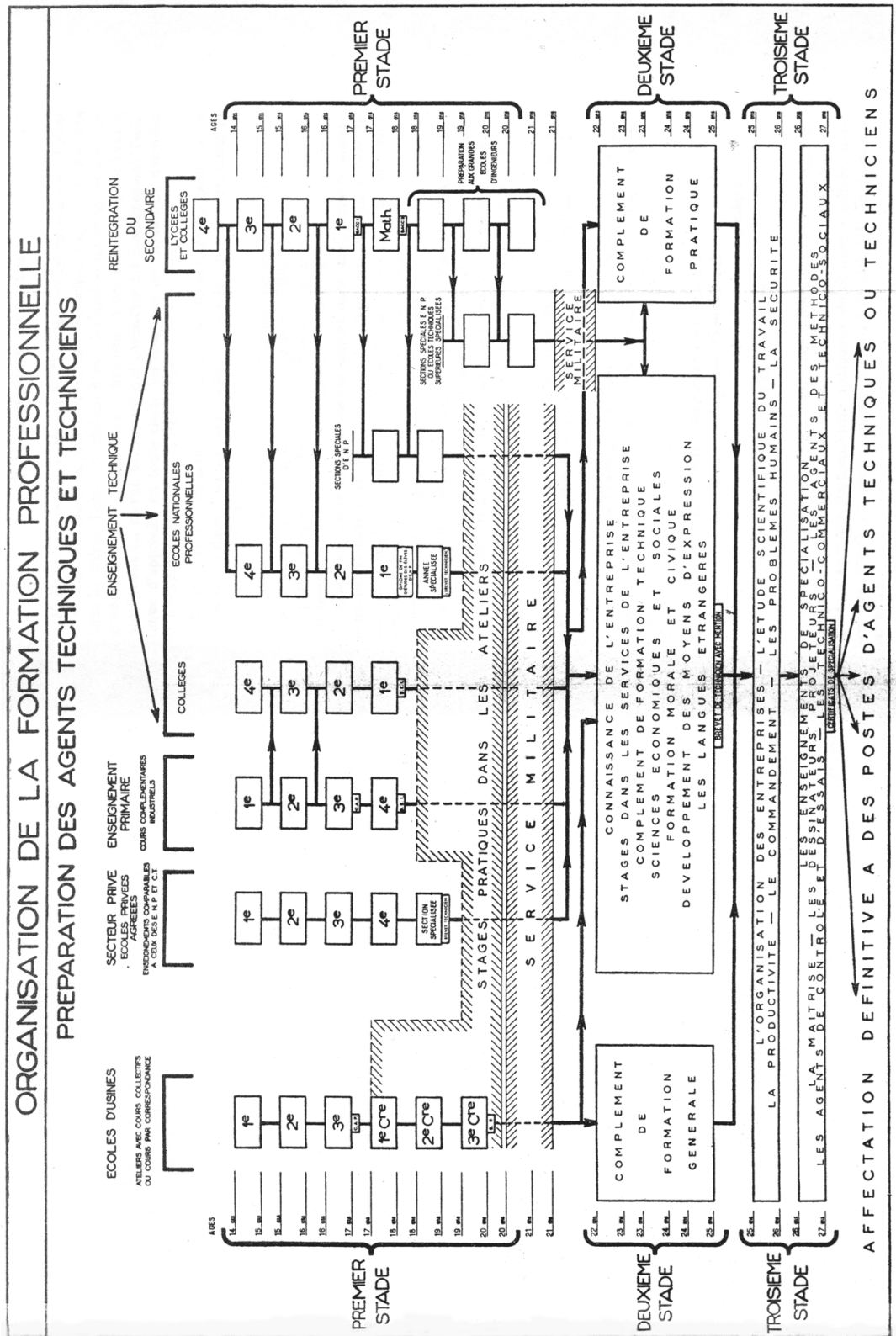
## 7.22 Les techniciens en 1955

### 7.22.1 Accroissement des catégories de techniciens dans l'industrie.

Les différentes catégories d'agents techniques et techniciens dans les industries	
1. MAITRISE } Chefs d'équipe } Contremaîtres } Chefs d'atelier	8. SERVICES ADMINISTRATIFS } Techniciens supérieurs } Relations avec Services publics et Syndicats Professionnels
2. DESSIN } Dessinateurs d'étude } Dessinateurs projeteurs	9. SERVICES COMPTABLES ET COMMERCIAUX } Techniciens comptables } Comptabilité main-d'œuvre } Comptabilité matières } Comptabilité frais généraux } Démonstrations } Gestion des magasins } Représentation } Recherche des débouchés } Étude du marché } Achats } Documentation sur matières et produits } Liaison avec services d'études et ateliers } Étude du marché
3. BUREAU DES MÉTHODES ET DE PRÉPARATION DU TRAVAIL } Agents de planning } Agents de lancement } Agents d'ordonnement } Préparateurs et agents de fabrication } Chronométrateurs analyseurs	
4. BUREAU DES ÉTUDES, DES ESSAIS ET DU CONTRÔLE } 1 <sup>er</sup> stade (Agents techniques de bureau d'études métallurgiques, de laboratoire, de plate-forme, de contrôle) } Techniciens d'étude de postes } Techniciens des essais } Inspecteurs de montage } Chefs monteurs (grosses machines)	10. SERVICES SOCIAUX ET DE SÉCURITÉ } Techniciens sociaux } Sélection, recrutement, formation, perfectionnement et promotion du personnel } Dispositifs de sécurité sur machines } Aspirations des poussières } Climatisation des locaux } Organisation des manutentions } Instruction du personnel sur la sécurité
5. MAGASINS } Agents techniques s-chefs de magasin } Techniciens chefs de magasins	
6. OUTILLAGES } Agents techniques } Techniciens } Surveillance de l'emplot des outillages } Études des outillages	
7. ENTRETIEN } Agents techniques s-chefs d'entretien } Techniciens chefs d'entretien	

Wallès (1955). Le problème des agents techniques et techniciens dans l'industrie – les rôles qu'ils jouent dans l'industrie – leur formation. *L'Enseignement technique*, 7, 90-101. (p. 100).

## 7.22.2 Circuits de formation des techniciens



Wallès (1955). Le problème des agents techniques et techniciens dans l'industrie – les rôles qu'ils jouent dans l'industrie – leur formation. *L'Enseignement technique*, 7, 90-101. (p. 101).

## 7.23 Spécialités et effectifs des Écoles nationales professionnelles de garçons (1952)

Spécialités		Effectifs par promotion en octobre 1952		
		Internes	Externes	Totaux
ARMENTIÈRES	Électromécanique, fonderie, forge-soudure. Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	110	10	120
CHALON-S./SAONE	Automobile, électromécanique, forge-soudure. Mécanique générale, modèlerie.	60	36	96
CREIL	Commerce. Électromécanique, chaudronnerie, fonderie. Forge-soudure, mécanique générale, serrurerie. Menuiserie, modèlerie.	65	15	80
ÉGLETONS	Électromécanique, forge-soudure, mécanique générale. Menuiserie, modèlerie. Travaux publics.	58	2	60
ÉPINAL	Électromécanique, fonderie, forge-soudure. Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	50	35	85
LIMOGES	Électromécanique, forge-soudure, serrurerie. Mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Commerce.	50	60	110
LYON	Électromécanique, radioélectricité, forge-soudure. Fonderie, mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Travaux publics, chimie, horlogerie, froid. Commerce.	43	142	185
MARSEILLE	Automobile, électromécanique, chaudronnerie. Fonderie, forge-soudure, menuiserie, modèlerie.	—	—	—
METZ	Automobile, électromécanique, forge-soudure. Mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Commerce.	64	76	140
MONTLUÇON	Automobile, électromécanique, chaudronnerie. Fonderie, forge-soudure, mécanique générale, menuiserie. Modèlerie, chimie, froid.	—	—	—
MOREZ	Optique, lunetterie. Petite mécanique de précision.	49	15	64
NANCY	Électromécanique, fonderie, forge-soudure. Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	30	55	85
NANTES	Automobile, électromécanique, fonderie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Travaux publics.	60	55	115
OYONNAX	Mécanique générale, matières plastiques. Commerce.	40	30	70
SAINT-ÉTIENNE	Automobile, électromécanique, fonderie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	20	90	110
SAINT-OUEN	Électromécanique, chaudronnerie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	0	140	140
TARBES	Électromécanique, fonderie, chaudronnerie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie.	50	20	70
THIERS	Électromécanique, chaudronnerie, forge-soudure, mécanique générale, menuiserie, modèlerie, coutellerie.	64	5	69
TOULOUSE	Électromécanique, forge, serrurerie, soudure, Mécanique générale, menuiserie.	—	—	—
VIERZON	Électromécanique, chaudronnerie, fonderie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Céramique.	72	20	92
VOIRON	Électromécanique, fonderie, forge-soudure, Mécanique générale, menuiserie, modèlerie. Tissage, garage.	75	15	90
BESANÇON	Mécanique de précision. Horlogerie, bijouterie. Fabrication horlogère.	30	26	56
CLUSES	Mécanique de précision. Horlogerie et horlogerie électrique. Appareillage.	56	24	80

Constans M. (1953). *Les Écoles nationales professionnelles*. Encyclopédie générale de l'éducation française. L'Enseignement Technique, tome II. Ministère de l'Éducation Nationale. Paris : Lombardi. (p. 162).

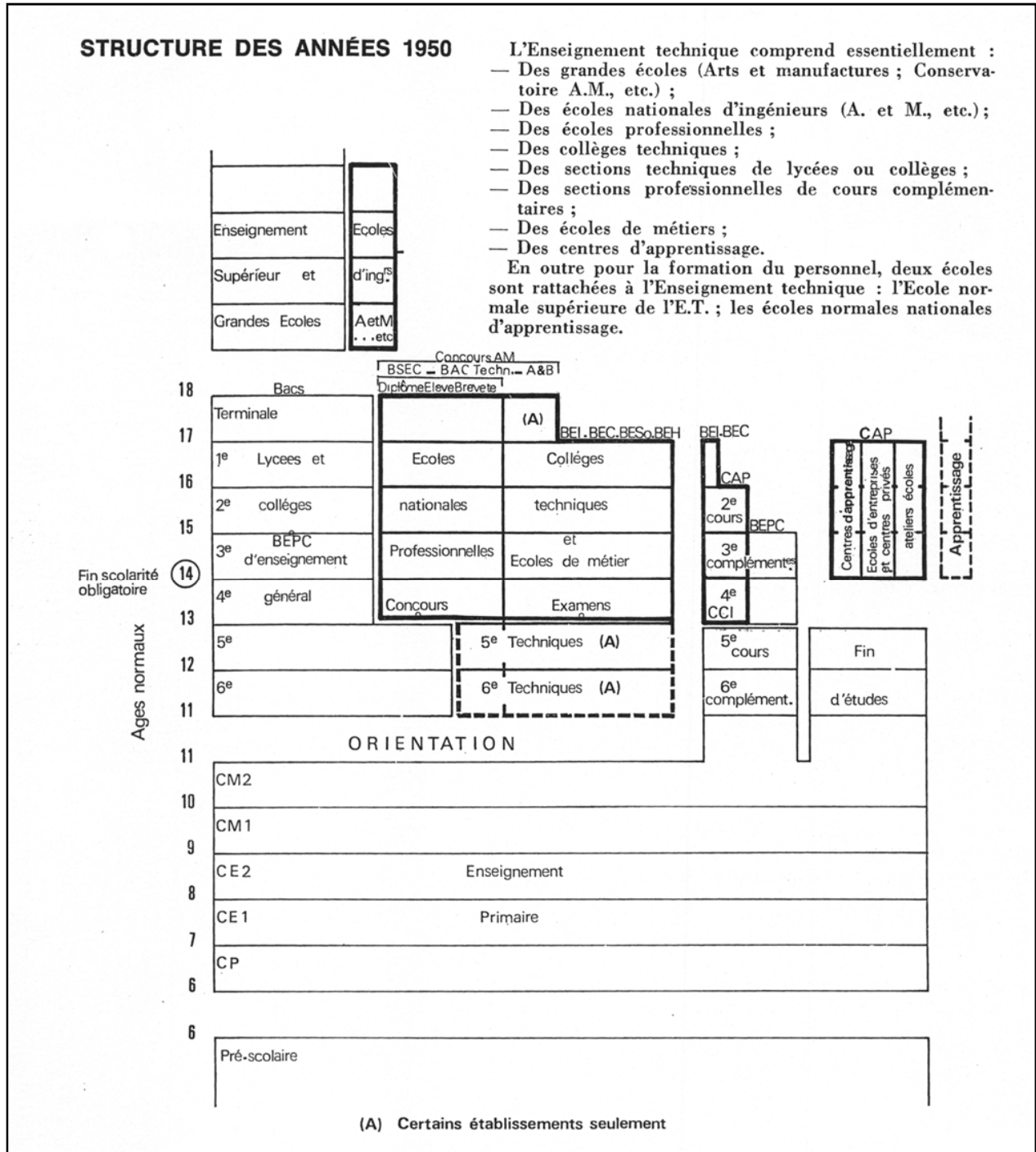
## 7.24 Évolution des coefficients au brevet d'enseignement industriel (BEI) entre 1934 et 1946

Régime de l'arrêté du 27 janvier 1934 :	
<b>Epreuves écrites :</b>	
Composition française .....	Coeff. 1
Composition scientifique (mécanique ou mathématiques ou électricité) ..	Coeff. 1
Pas de technologie.	
Total des coefficients.....	2
<b>Epreuves pratiques :</b>	
Dessin .....	Coeff. 2
Travaux manuels .....	Coeff. 4
Total des coefficients.....	6

Régime du décret du 10 février 1946 :	
<b>Epreuves écrites :</b>	
Composition française .....	Coeff. 3 (1 pour orthogr.)
Mathématiques .....	2
Mécanique .....	2
Electrotechnique .....	2
Technologie .....	2
Total des coefficients.....	11
<b>Epreuves pratiques :</b>	
Dessin .....	3
Travaux manuels .....	5
Total des coefficients.....	8

Cuvelier A. (1947). A propos du BEI. *Le travailleur de l'enseignement technique*, 21, 20. (p. 20).

## 7.25 Organigramme de l'enseignement technique après l'allongement de la durée de formation dans les Écoles nationales professionnelles et des collèges techniques en 1952



Janod Robert (1974). L'évolution de l'Enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58. (p. 13).

## **7.26 Les brevets de technicien dont les règlements ont été fixés par arrêté ministériel entre 1952 et 1957**

1952 Papetier, 21 mai 1952 ;

1952 Adjoint technique des entreprises de bâtiment, 24 octobre 1952 ;

1952 Diététique, 30 décembre 1952 ;

1953 Radiotechnicien, 20 mai 1953 ;

1953 Fonderie, 20 mai 1953 ;

1953 Secrétariat, 24 juillet 1953 ;

1953 Électrotechnicien, 28 octobre 1953 ;

1954 Opticien lunetier, 29 janvier 1954 ;

1954 Traducteur commercial, 31 mars 1954 ;

1954 Technicien d'analyses biologiques, 5 août 1954 ;

1955 Adjoint technique T.P., 16 juin 1955 ;

1955 Tannerie mégisserie, 14 octobre 1955 ;

1956 Métiers du bâtiment, 4 avril 1956 ;

1956 Chimiste, 26 juin 1956 ;

1956 Aéronautique, 23 juillet 1956 ;

1957 Bureau d'études (construction mécanique), 11 mars 1957 ;

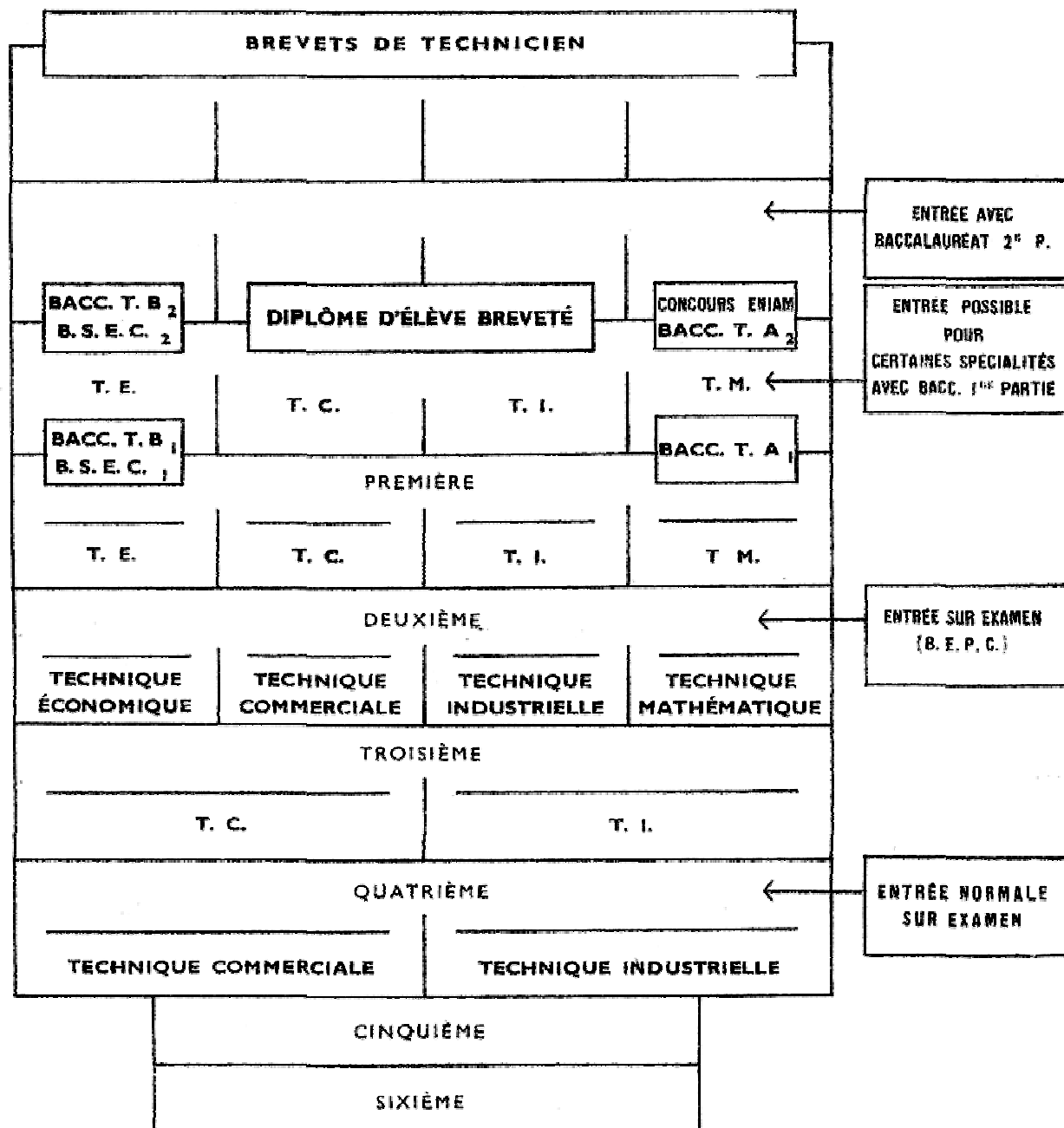
1957 Micromécanique, 16 mai 1957 ;

1957 Métiers et Commerce de la musique, 17 juillet 1957 ;

1957 Librairie et Édition, 2 septembre 1957 ;

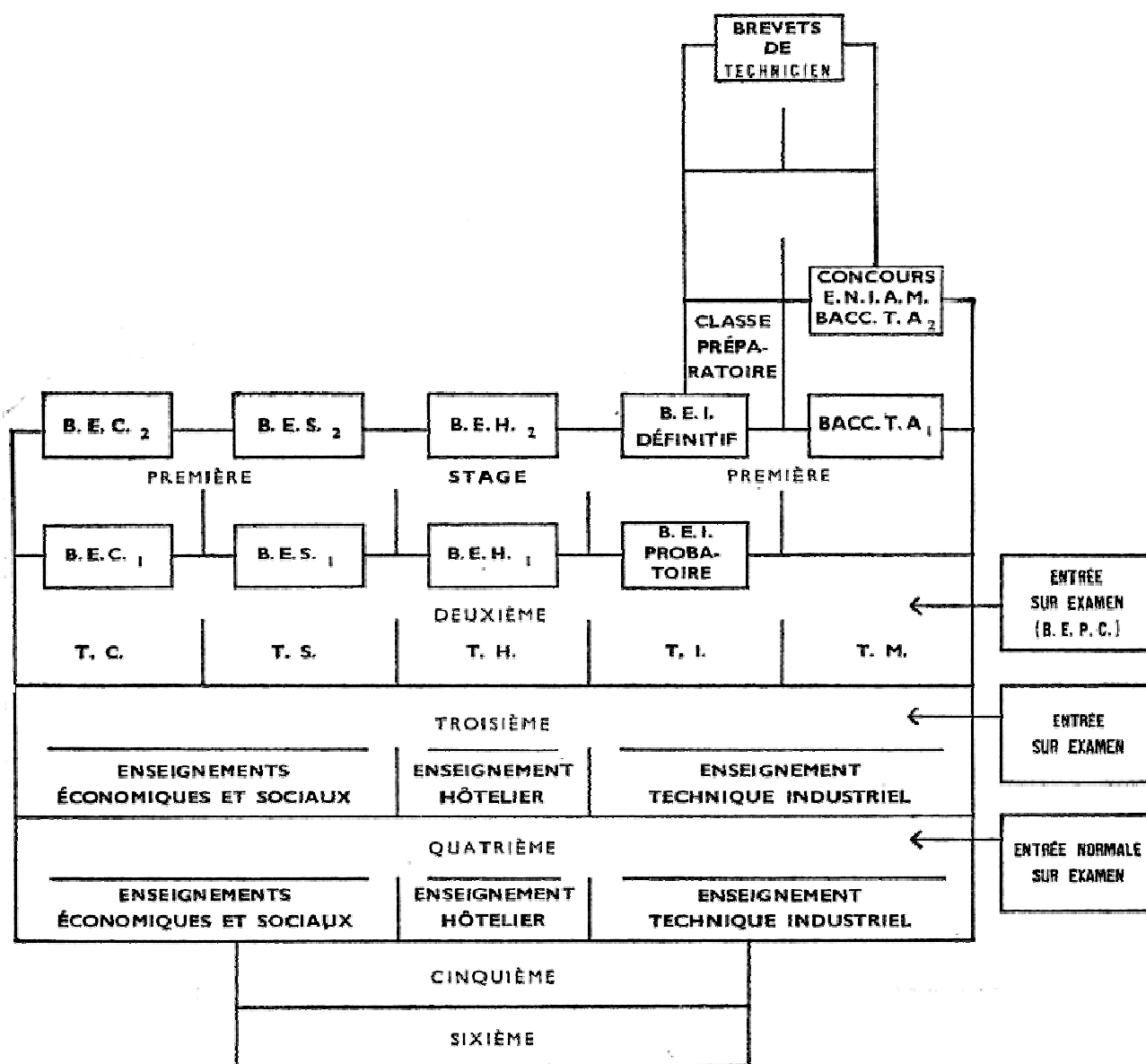
1957 Mécanographie (machines à cartes perforées et leurs prolongements électroniques), 26 septembre 1957.

## 7.27 Organisation des études dans les ENP après la mise en place de sections de techniciens en 1957



MEN (1958). *Panorama de l'enseignement technique*. Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale. (p. 14).

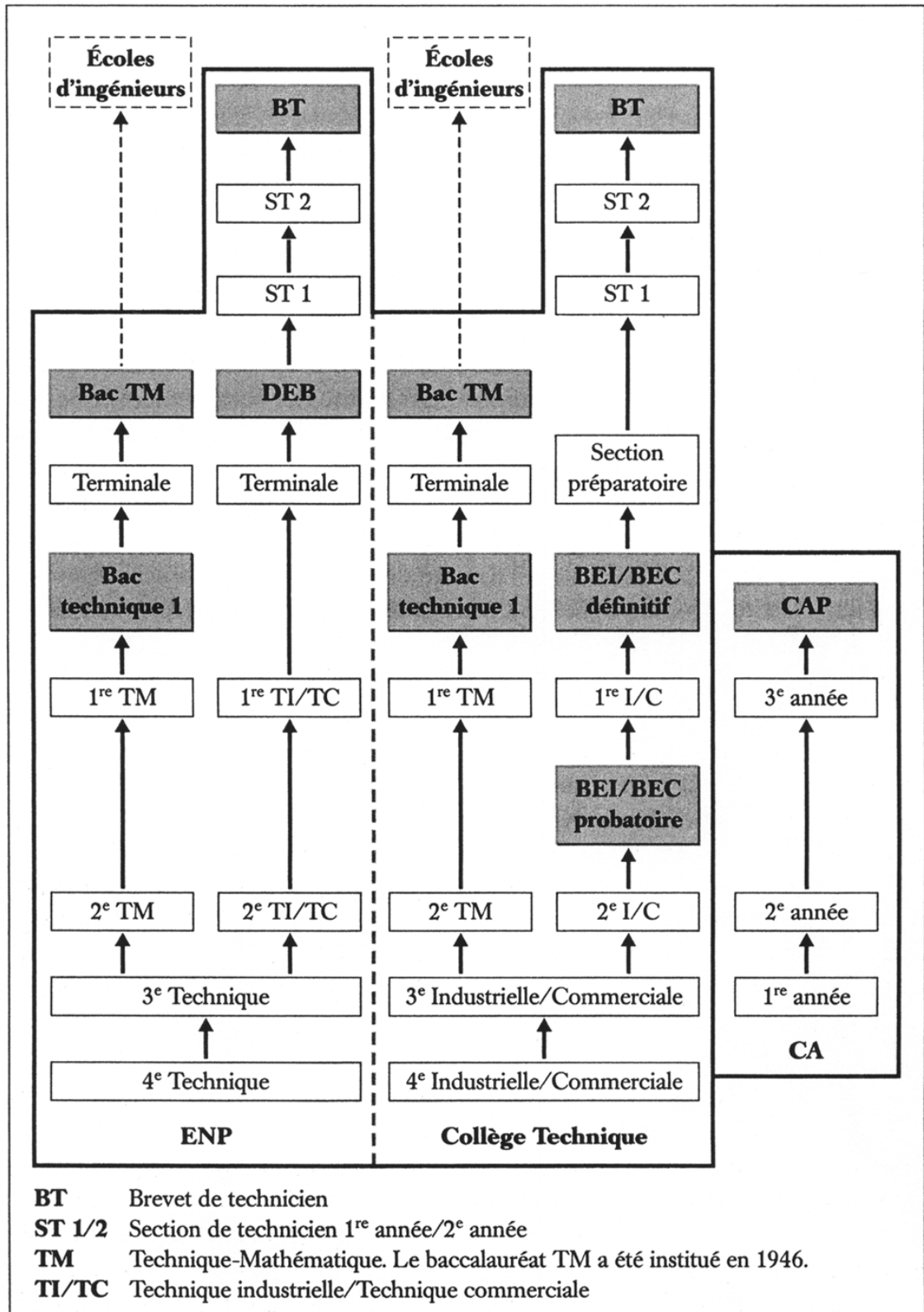
## 7.28 Organisation des études dans les collèges techniques après la mise en place de sections de techniciens et de leurs classes préparatoires en 1957



MEN (1958). Panorama de l'enseignement technique. Ministère de l'Éducation nationale. Direction de l'enseignement technique. Centre d'étude et de recherche documentaires de l'enseignement technique. Paris : Imprimerie nationale. (p. 17).



**7.29 Structure de l'enseignement technique après la création des sections de techniciens et des classes préparatoires à ces sections (1957)**



Brucy Guy (1998). *L'histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1880-1965)*. L'État, L'École, les Entreprises et la certification des compétences. Paris : Belin. (p. 194).



### **7.31 Liste des écoles habilitées à délivrer le titre d'ingénieur dont le concours d'entrée se situe au niveau du baccalauréat**

Écoles nationales d'ingénieurs des Arts et Métiers

École de l'air

École Bréguet

École Charliat (électricité industrielle)

École nationale des sciences géographiques

École supérieure des géomètres et topographes

École technique supérieure du laboratoire

École spéciale Ampère

École polytechnique féminine

École du bâtiment (travaux publics)

École Violet

École nationale de radiotechnique

École nationale supérieure de céramique

École nationale d'horticulture

École nationale d'ingénieurs (travaux publics) d'Alger

Section d'enseignement préparatoire aux E.N.S.I. de Grenoble

École catholique d'Arts et Métiers de Lille

École catholique d'Arts et Métiers de Lyon

Institut de chimie industrielle de la faculté catholique de Lyon

École française de tannerie de Lyon

École d'électricité industrielle de Marseille

École supérieure de filature, tissage, bonneterie de Mulhouse

Institut technique roubaisien

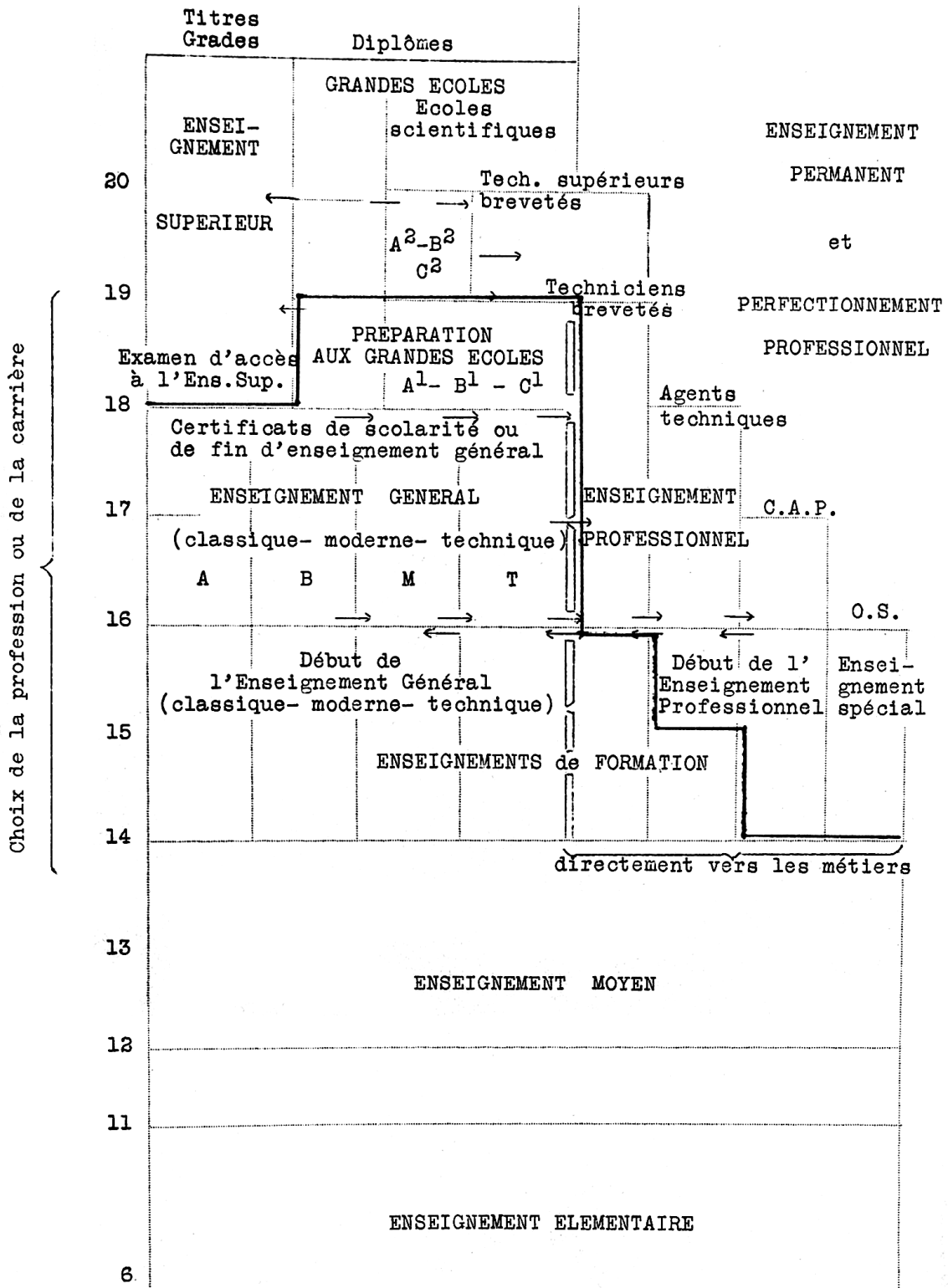
École nationale supérieure des Arts et Industries textiles de Roubaix

Institut chimique de Rouen

École nationale d'ingénieurs de Marseille

(d'après la revue *Avenirs* (1955), n° 69, 70 et 71)

### 7.32 Préparation aux grandes écoles, proposition de structure de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale (1955)



Boulangier R. (1955). *Rapport sur la préparation aux grandes écoles scientifiques*.  
Président de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale.

## **7.33 Harmonisation des programmes des trois premières années des Écoles nationales professionnelles (ENP) et des collèges techniques (CT) en 1958 : instructions relatives à la technologie de construction**

### Instructions

L'enseignement de la technologie de construction et celui du dessin industriel sont inséparables. Ils sont confiés au même professeur.

C'est la technologie de construction, étude raisonnée et ordonnée de l'ensemble des problèmes posés par toute réalisation industrielle qui a le rôle prépondérant.

Le dessin industriel est le moyen essentiel de traduction de la pensée technique. Il permet d'exprimer par un document graphique la solution d'un problème particulier de construction.

### Instructions Pédagogiques

Cette discipline a pour but de donner aux élèves une formation qui leur permet :

- 1°) de faire l'étude critique d'une construction,
- 2°) d'apporter à un problème simple de construction une solution satisfaisante.

Il convient donc d'abord de reconnaître et de classer les fonctions mécaniques élémentaires puis de rechercher les solutions qu'elles admettent.

On constitue ainsi une sorte de répertoire des solutions classiques aux problèmes simples que pose la construction. Ce travail d'analyse développe l'esprit de méthode et cultive le raisonnement. Il fournit les éléments d'une étude fonctionnelle des organes de machines.

L'étude des organes de machines courants peut alors être faite avec fruit. Pour un organe donné elle s'inspire du plan général suivant :

- a) Fonctions à assurer.
- b) Conditions générales et particulières à satisfaire : résistance, sécurité, esthétique, fabrication économique.
- c) Éléments de réalisation.

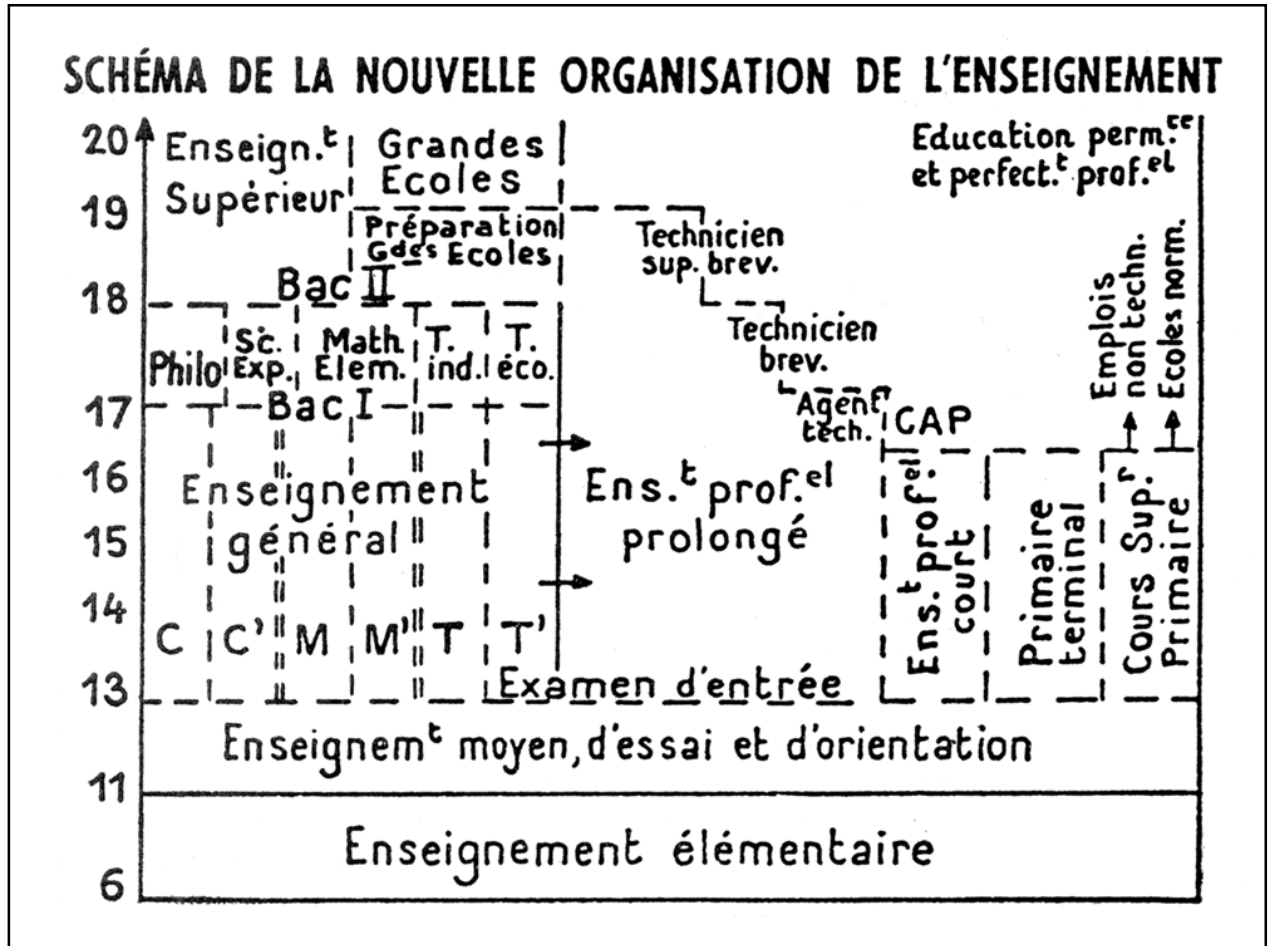
Elle aboutit à un certain nombre de schémas, dessins simplifiés et de dessins fragmentaires montrant des détails de construction.

Mais elle ne saurait se limiter à cela.

La leçon sur un certain organe se poursuit par l'examen critique d'un nombre aussi élevé que possible de réalisations industrielles modernes et soignées de celui-ci. On peut parfois faire cet examen sur l'organe lui-même. Le plus souvent c'est sur une ou plusieurs séries de dessins qu'est faite cette étude. L'examen est alors conduit comme une lecture de dessin. A ce stade les deux genres d'exercices se rejoignent.

Un enseignement ainsi conçu fait une place très importante aux méthodes actives. S'il arrive que le professeur expose parfois un point particulier il cherche plutôt à faire appel à l'esprit d'observation et à l'intelligence de ses élèves en leur posant de très nombreuses questions. Il exige une discipline absolue dans les réponses. Dans la plupart des cas la leçon prend la forme d'une conversation dirigée, l'art du professeur consistant à assurer cette direction avec autorité et clairvoyance en suivant le plan fixé dans la préparation.

7.34 Projet d'organisation de l'enseignement présenté par Jean Berthoin en 1955



Berthoin Jean (1955). Conférence de presse sur la réforme de l'enseignement. *L'enseignement technique*, 6, 17-31. (p. 18).

## **Partie III – la secondarisation de l’enseignement technologique**

**8. 1959 - 1969, entre incorporation et spécialisation,  
la mutation de l'enseignement technique - Le  
paradigme des machines**



## **8.1 Liste des écoles d'ingénieurs de l'enseignement technique rattachées à l'enseignement supérieur en 1966.**

Conservatoire national des Arts et Métiers.

École centrale des arts et manufactures de Paris.

Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique.

Écoles nationales d'Ingénieurs Arts et Métiers (5 écoles).

Écoles d'enseignement techniques supérieures.

Institut industriel Algérie.

École centrale lyonnaise.

École nationale d'Ingénieurs de Strasbourg.

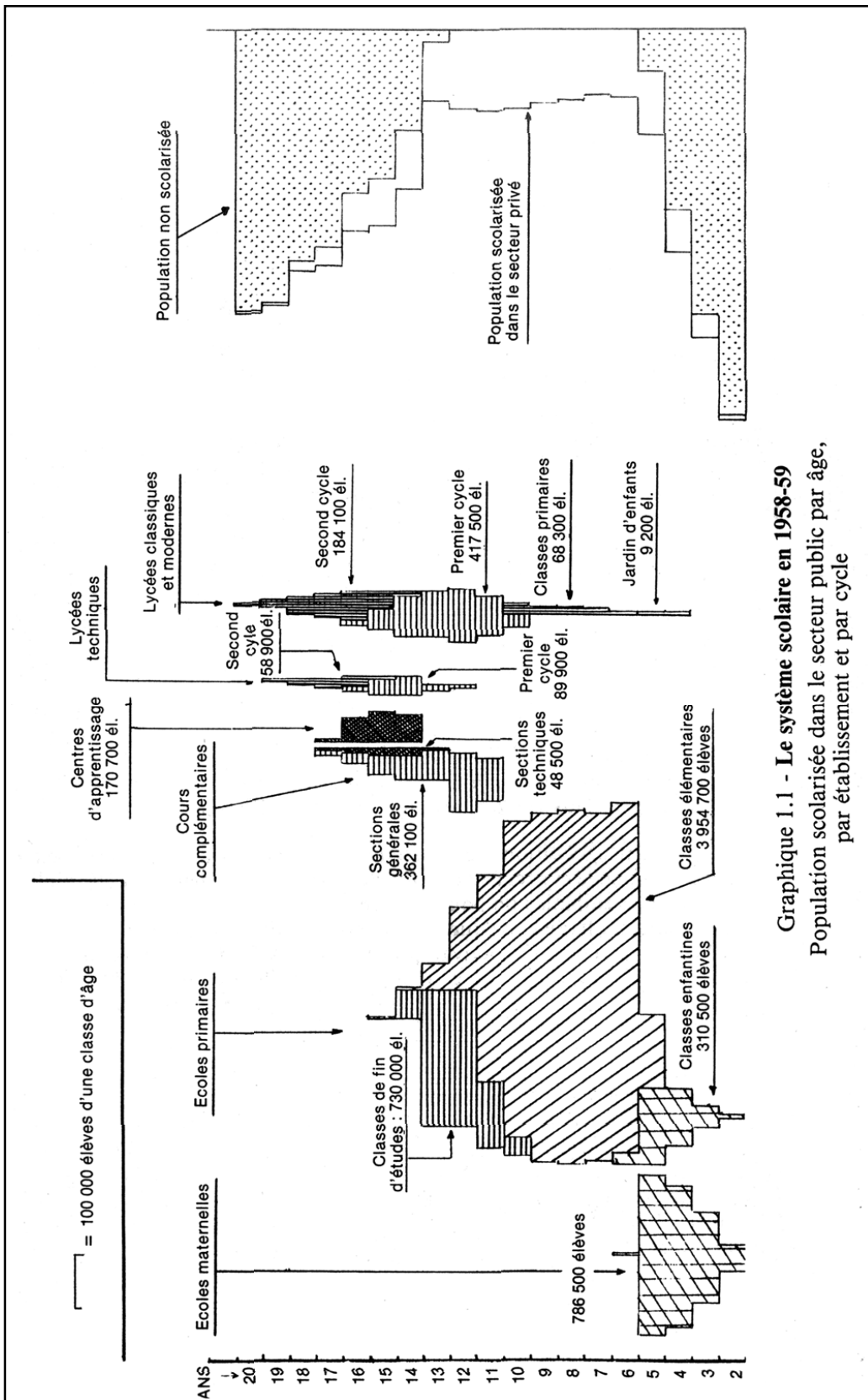
École nationale supérieure des arts et industries textiles de Roubaix.

École nationale supérieure de céramique de sèvres.

École nationale de radiotechnique et d'électricité appliquée.

Écoles nationales supérieures d'Ingénieurs.

## 8.2 Répartition des élèves dans les établissements d'enseignement publics (premier et second degré) 1958-1959



Graphique 1.1 - Le système scolaire en 1958-59  
Population scolarisée dans le secteur public par âge,  
par établissement et par cycle

Prost Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXI<sup>e</sup> siècle. Rapport du groupe de travail sur les seconds cycles présidé par M. Antoine Prost.* Ministère de l'Éducation nationale. Service information. (p. 14).

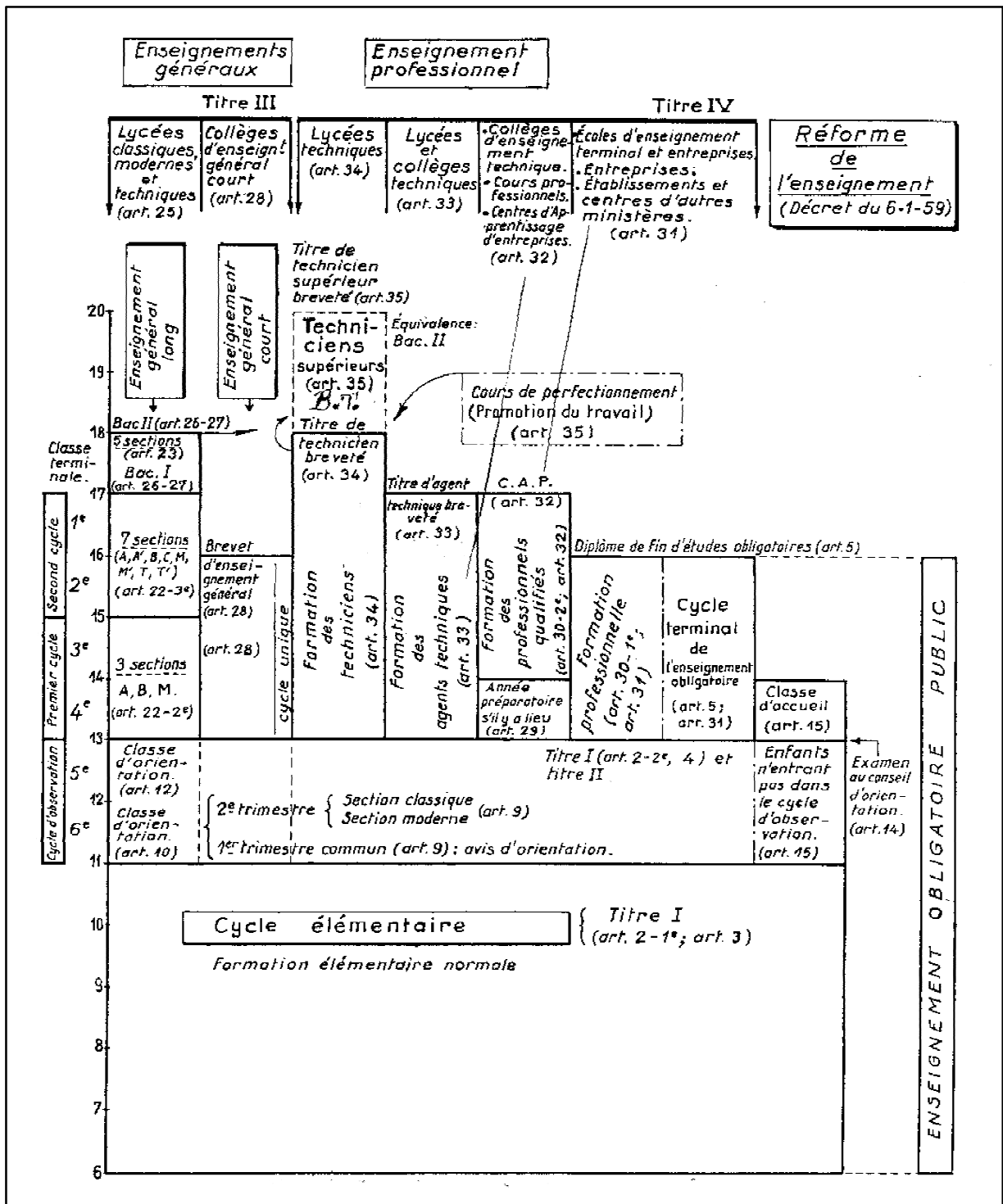
### 8.3 Nouvelle dénomination des établissements scolaires après la réforme de l'enseignement (réforme Berthoin).

**TABEAU DE CONCORDANCES DES DENOMINATIONS**

Anciennes dénominations	Nouvelles dénominations
Lycée.	— Lycée d'Etat.
Collège national de l'enseignement du second degré.	— Lycée nationalisé.
Collège de l'enseignement du second degré.	— Lycée municipal.
Ecole nationale d'enseignement technique.	— Lycée technique d'Etat.
Ecole nationale professionnelle.	— Lycée technique d'Etat.
Collège national technique.	— Lycée technique nationalisé.
Collège technique.	— Lycée technique municipal.
Cours complémentaire.	— Collège d'enseignement général.
Centre d'apprentissage.	— Collège d'enseignement technique.
Classes de 6 <sup>e</sup> et 5 <sup>e</sup> d'un établissement.	— Cycle d'observation.
Unité dispersée limitée aux classes de 6 <sup>e</sup> et 5 <sup>e</sup> .	— Groupe d'observation dispersé.
Classes de 6 <sup>e</sup> et 5 <sup>e</sup> appartenant à divers établissements ou dotés d'un conseil d'orientation commun.	— Groupe d'orientation.

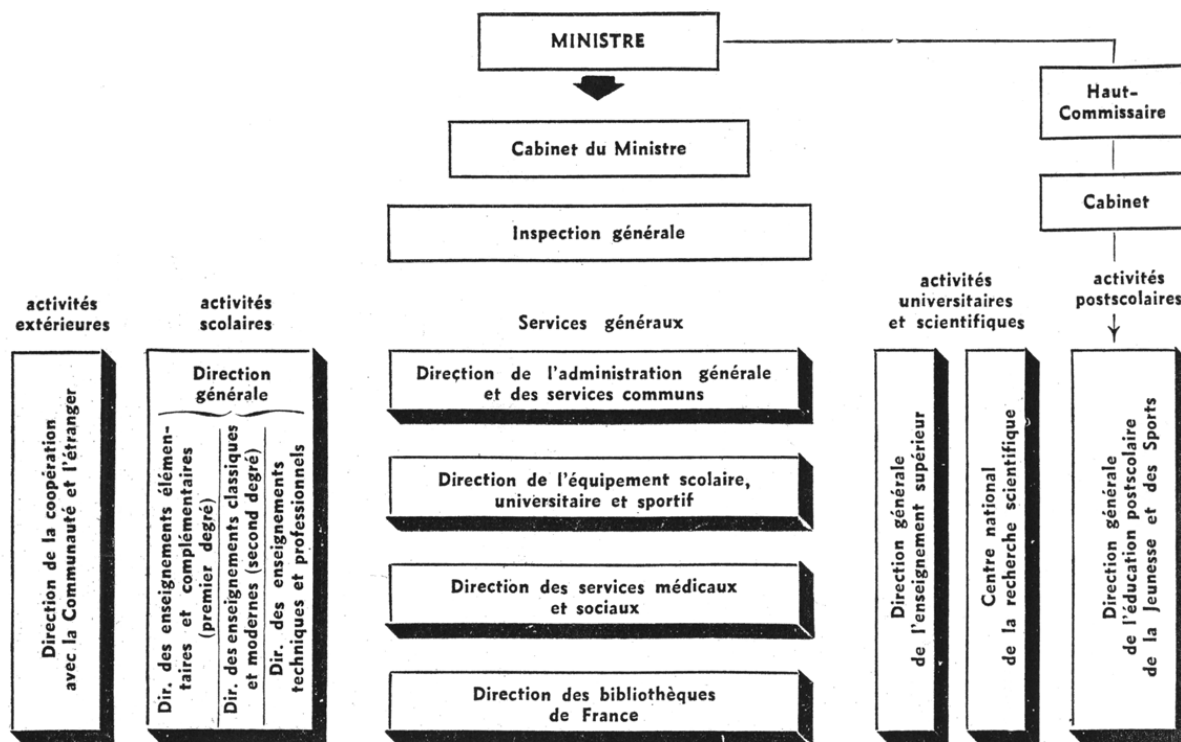
Circulaire n° 3736 du 9 août 1960. RM/F n° 31 du 12 septembre 1960. (p. 2515.)

## 8.4 Organigramme de l'éducation, après la réforme Berthoin de 1959



Bialès Christian. *Quelles nouvelles frontières pour l'enseignement technique ? (IV) Une dynamique. Analyse historique et perspectives d'avenir.* Espace Internet de Christian Bialès. (D'après la revue du SNET, mars 1959). <http://www.christian-biales.net/pages/pedadida.html>

## 8.5 Organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale en 1960



Décret n° 60/566 du 1 juin 1960. BO n° 24 du 20 juin 1960. (p. 1867).

## 8.6 Les directions et personnes en charges de l'enseignement technique de 1895 à 1973.

**De 1895 à 1907** : direction de l'enseignement technique : Louis BOUQUET.

**De 1907 à 1915** : direction de l'enseignement technique : Henri GABELLE.

**De 1915 à 1920** : direction de l'enseignement technique : Henri TENOT.

**De 1920 à 1933** : direction de l'enseignement technique : Edmond LABBÉ.

**De 1933 à 1944** : direction de l'enseignement technique : Hippolyte LUC.

**De 1944 à 1948** : direction de l'enseignement technique : Paul LE ROLLAND.

**De 1948 à 1960** : direction de l'enseignement technique : Albert BUISSON.

### A partir de 1960 :

Direction générale de l'organisation et des programmes scolaires (DGOPS): directeur, Lucien PAYE.

Direction des enseignements techniques et professionnels : Marcel REVERDY.

### A partir de 1961 :

Direction générale de l'organisation et des programmes scolaires (DGOPS) :

Directeur : Jean CAPELLE (de 1961 à 1967).

Direction des études et de la formation professionnelle : Marcel REVERDY.

**A partir de 1962 :**

Direction générale de l'organisation et des programmes scolaires (DGOPS) :

Directeur : Jean CAPELLE.

L'Enseignement technique relève du :

- conseiller permanent auprès du Directeur de la DGOPS : REVERDY ;
- directeur chargé de l'organisation : VOISIN ;
- directeur chargé des enseignements : René HABY ;
- directeur chargé du personnel : SIDET.

**A partir de 1964 :**

Direction générale de la pédagogie, des enseignements scolaires et de l'orientation (D.G.P.E.S.O.) :

Directeur : Jean CAPELLE.

Puis : direction de la pédagogie des enseignements scolaires et de l'orientation (DPESO) :  
Directeur : THÉRON.

- sous-directeur des questions techniques et professionnelles : GARCIA ;
- service des études pédagogiques : VIAL ;
- service des enseignements : HAMMOND ;
- service d'organisation et de gestion des établissements scolaires (SOGES) : Jean FERREZ.

Direction des personnels d'enseignement général, technique et professionnel : directeur, M. SIDET.

**A partir de 1967 :**

Direction de la pédagogie des enseignements scolaires et de l'orientation (DPESO) : Directeur, M. le recteur GAUTHIER.

- service des enseignements techniques et professionnels : chef de service, Jean FERREZ ;
- service commun d'organisation et de gestion des établissements : chef de service, MARC.

Direction des personnels d'enseignement général, technique et professionnel : directeur, SIDET, puis DEYGOUT.

**A partir de 1970 :**

Direction déléguée aux enseignements élémentaire et secondaire : directeur, WEIL.

- Enseignement technique : directeur délégué adjoint, BRUYÈRE.

Direction chargée des personnels enseignants : directeur, DEYGOUT.

Direction chargée des établissements d'enseignements élémentaire et secondaire : directeur, MARC.

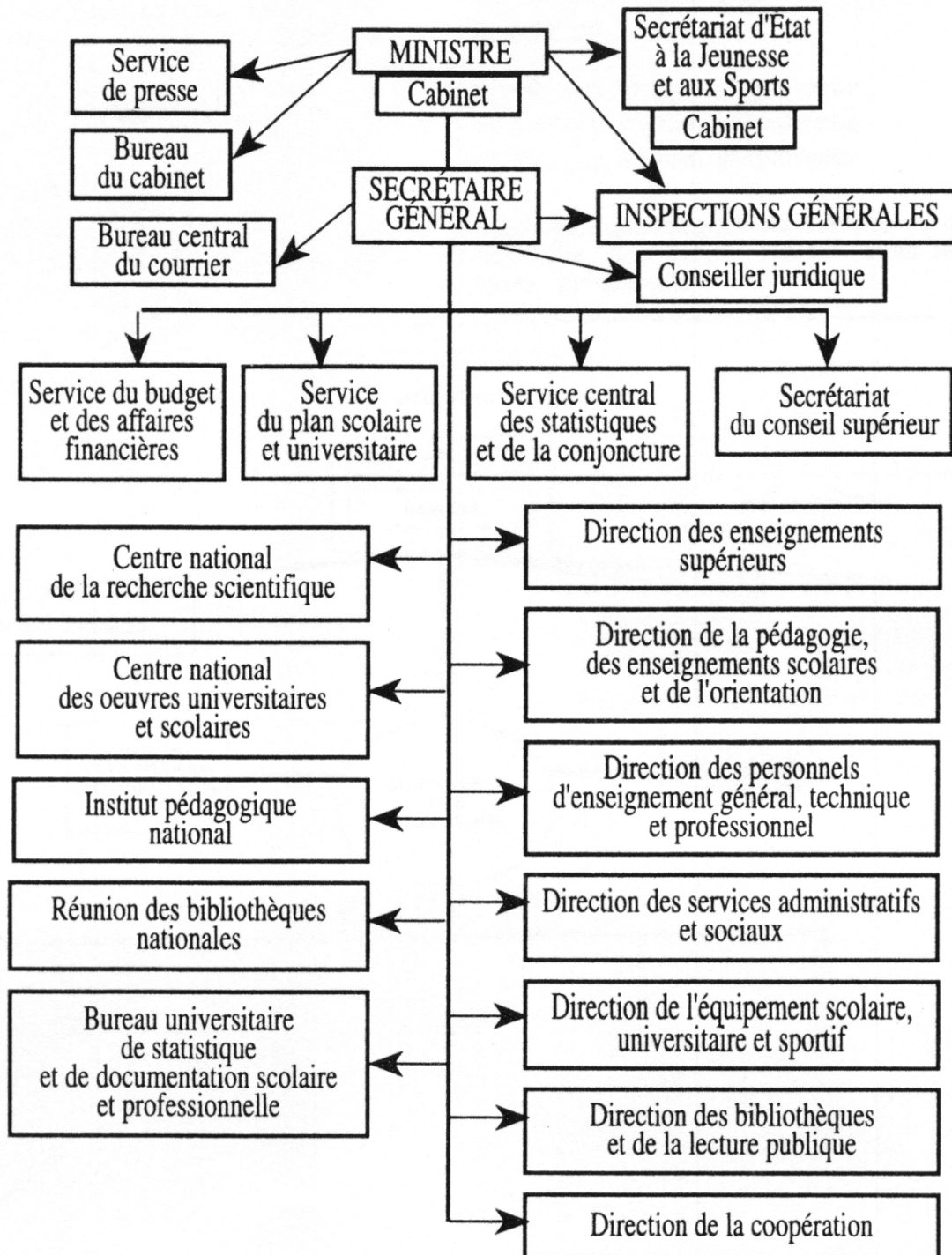
**A partir de 1973 :**

Direction générale des enseignements élémentaire et secondaire : directeur général, GUILLEBEAU.

- directeur chargé de l'enseignement technologique : BRUYÈRE ;
- directeur chargé de la gestion des établissements d'enseignement élémentaire et secondaire : M. MARC.

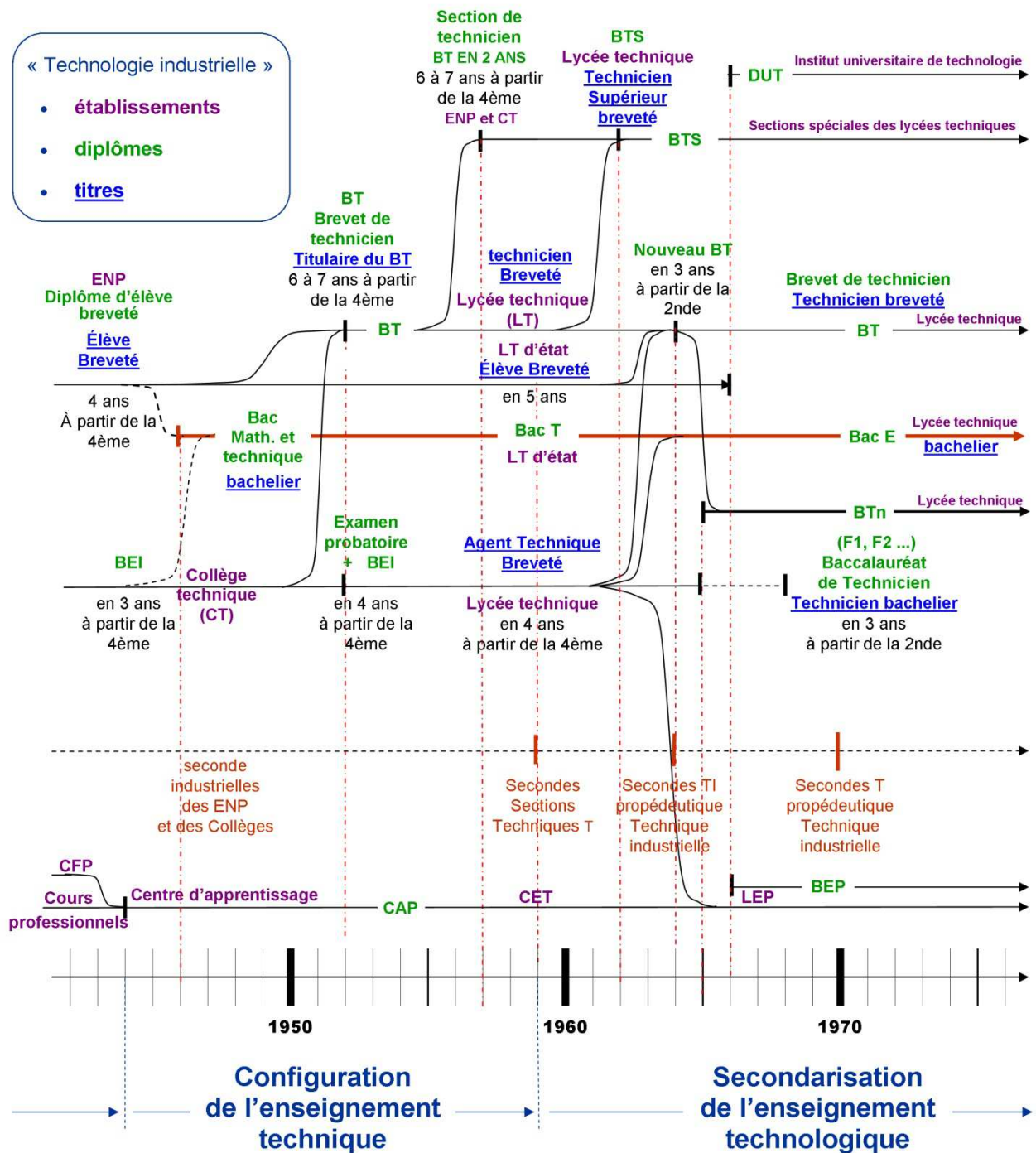
Direction chargée des personnels enseignants : directeur, DEYGOUT.

## 8.7 Nouvelle organisation de l'administration centrale de l'Éducation nationale 1964



Allaire Martine et Franck Marie-Thérèse. (1995). *Les politiques de l'éducation en France de la maternelle au baccalauréat*. Paris : La Documentation Française. (p. 880).

## 8.8 Chronogramme relatif à la genèse des nouveaux diplômes et établissements du technique





## 8.9 Alignement des maximums horaires hebdomadaires des collèges technique et des Écoles nationales professionnelles

### ECOLES NATIONALES PROFESSIONNELLES

MATIERES	4 <sup>e</sup> TI	3 <sup>e</sup> TI	2 <sup>e</sup> TI	1 <sup>e</sup> TI	TI	Total
Mathématiques .....	4	4	5	3	2	18
— travaux dirigés ..	1					1
Physique .....	1 1/2	1 1/2	1		1	5
Chimie .....	1 1/2	1 1/2	1	1	1	6
Mécanique .....			1	3	2	6
Electricité .....			1	2	2	5
Sciences nat. hyg. ....	1	1				2
Français .....	6	4	3	2	1	16
Histoire, géographie ..	3	2	2			7
Morale, instruction civ.	1					1
Langues .....	4	3	2	2	1	12
Dessin d'art .....	2	2	1			5
Législation et problèmes économiques .....					1	1
Technologie construc.		1	1	1	1	4
Dessin et géo. descrip.	3	3	4	5	5	20
Techno. gén. profess.		1	1	2	2	6
Organis. indust. ....						
Techno-spéc. ....	1	1	1	1	1	5
Atelier .....	4	10	12	14	16	56
Education physique ...	2	2	2	2	2	10
Educ. physy. plein air.	2	2	2	2	2	10
	37	39	40	40	40	196

### COLLEGES TECHNIQUES INDUSTRIELS

MATIERES	4 <sup>e</sup> I	3 <sup>e</sup> I	2 <sup>e</sup> I	1 <sup>re</sup> I	Total
Mathématiques .....	4 h	4 h	2 h	2 h	12 h
Mathématiques, travaux dirig.	1 h	—	—	—	1 h
Sciences physiques .....	3 h	3 h	—	—	6 h
Mécanique .....	—	—	2 h	2 h	4 h
Electricité .....	—	—	2 h	2 h	4 h
Sciences naturelles, hygiène ..	1 h	1 h	—	—	2 h
Français .....	5 h	4 h	2 h	1 h	12
Histoire-Géographie .....	3 h	2 h	2 h	—	7 h
Morale, instruction civique ..	1 h	—	—	—	1 h
Langues .....	4 h	3 h	—	—	4 h
Dessin d'art .....	2 h	(fac). 2 h	1 h	—	5 h
Législation et problèmes économiques .....	—	—	—	1 h	1 h
Technologie de construction ..	—	1 h	2 h	1 h	4 h
Dessin .....	4 h	4 h	4 h	4 h	16 h
Technologie professionnelle ..	1 h	1 h	1 h	2 h	5 h
Organisation industrielle ....	—	—	—	1 h	1 h
Technologie de spécialité ....	1 h	1 h	1 h	1 h	4 h
Atelier .....	5 h	12 h	17 h	19 h	53 h
Education physique .....	2 h	2 h	2 h	2 h	8 h
Education physique, plein air.	2 h	2 h	2 h	2 h	8 h
	39 h	39 h + 3h fac	40 h	40 h	158 h

Circulaire du 2 novembre 1959. RM / F n° 23 du 30 novembre 1959, p. 3025. Instructions pédagogiques concernant les nouveaux horaires, enseignements professionnels.

## **8.10 Liste des 33 brevets de techniciens (BT) institués entre 1952 et 1961 requalifiés en brevets de technicien supérieur (BTS) en 1962.**

- BT adjoint technique d'entreprise du bâtiment Institué par l'arrêté du 24 octobre 1952.
- BT de diététique institué par l'arrêté du 30 décembre 1952 (1<sup>e</sup> partie) et l'arrêté du 14 septembre 1953 (2<sup>e</sup> partie).
- Brevet de radiotechnicien institué par l'arrêté du 20 mai 1953,
- BT du secrétariat institué par les arrêtés des 24 juillet 1953 et 6 mars 1962.
- Brevet d'électrotechnicien Institué par l'arrêté du 28 octobre 1953.
- BT opticien-lunetier Institué par l'arrêté du 29 janvier 1954.
- BT traducteur commercial Institué par l'arrêté du 31 mars 1954.
- BT d'analyses biologiques Institué par l'arrêté du 5 août 1954.
- BT adjoint technique d'entreprise de travaux publics institué par arrêté du 16 juin 1956.
- BT des métiers du bâtiment Institué par l'arrêté du 4 avril 1956.
- BT chimiste institué par l'arrêté du 25 juin 1956.
- BT de l'aéronautique institué par l'arrêté du 23 juillet 1956.
- BT de bureau d'étude (construction mécanique) Institue par l'arrête du 11 mars 1957.
- BT en micromécanique institué par l'arrêté du 16 mai 1957.
- BT de mécanographie (machines à cartes perforées et leurs prolongements électroniques) institué par l'arrêté du 26 septembre 1957.
- BT de la comptabilité institué par l'arrêté du 11 février 1958
- BT des professions technico-commerciales des industries des métaux métallurgie constructions mécaniques, électricité) institué par l'arrêté du 13 février 1958.
- Brevet d'assistant et d'assistante d'ingénieur institué par l'arrêté du 2 octobre 1958
- BT des fabrications mécaniques Institué par l'arrêté du 28 octobre 1958.
- BT de construction navale Institué par l'arrêté du 14 février 1959
- BT physicien institué par l'arrêté du 1 juin 1959.
- BT frigoriste Institué par l'arrêté du 2 juin 1959.
- BT géologue prospecteur institué par l'arrêté du 27 juin 1959
- BT du tourisme institué par l'arrêté du 24 septembre 1959
- BT traitements thermiques et métallographie Institue par l'arrêté du 24 septembre 1959
- BT électronicien institué par l'arrêté du 24 novembre 1959
- BT publicitaire institué par l'arrêté du 2 janvier 1961
- BT moteurs à combustion Interne Institué par l'arrêté du 8 février 1961.
- BT constructions métalliques Institué par l'arrêté du 18 février 1961.
- BT de la cinématographie institué par l'arrêté du 21 avril 1961.
- BT de la fonderie en moules métalliques institué par l'arrêté du 7 juillet 1961.
- BT fabrication en chaudronnerie, tuyauterie industrielle institué par l'arrêté du 7 juillet 1961
- BT de la forge et de l'estampage institué par l'arrêté du 12 septembre 1961.
- Arrêté du 2 août 1962. BO n° 35 du 24 septembre 1962, p. 3183. Reclassement comme brevets de techniciens supérieurs de certains brevets de techniciens institués conformément au décret n° 52/178 du 19 février 1952.

## 8.11 Harmonisation des horaires des sections préparatoires aux brevets de technicien supérieur (BTS) du groupe industriel (1964)

	T.S. 1	T.S. 2
<b>I. — Enseignement général et activités communes.</b>		
Programme commun à toutes les spécialités :		
— Français, Sciences humaines et économiques ..	3 h.	3 h.
— Langues vivantes .....	2 h.	2 h.
— Sciences physiques (Phy. Chimie, Elect.) ....	2 h.	2 h.
— Mathématiques .....	2 h.	2 h.
— Organisation du travail, Législation, Prévention des accidents .....	1 h.	1 h.
<b>II. — Connaissances et activités propres à la spécialité.</b>		
— Compléments scientifiques .....		
— Enseignements professionnels : dessin, projets, technologies .....	27 h.	27 h.
— Travaux pratiques d'atelier et de laboratoire .		
<b>TOTAUX .....</b>	<b>37 h.</b>	<b>37 h.</b>

Circulaire n° 64-245 du 21 mai 1964. BO n° 22 du 4 juin 1964, p. 1359. Sections préparatoires aux brevets de techniciens supérieurs.

## 8.12 Enquête en vue de la restructuration des sections de BEI

Académie  Lycée technique (de garçons ..... municipal .....  
 Département  (de J. filles ..... nationalisé .....  
 Ville  (mixte ..... d'Etat .....  
 Rue   
 N°

Nombre total de sections professionnelles ouvertes dans l'établissement en 1963-1964

TABEAU MODELE « A »

Section n°  Spécialité  Date d'ouverture  PTA et prof. tech. de la spécialité en fonction dans l'établissement.  Titul. et stag.  Auxiliaires

Année scolaire	Effectif de la section			Résultats aux examens						
	Classes de 2°	Classes de 1 <sup>re</sup>	Classes terminales	TOTAL	C.A.P.	B.E.I.	Dipl. d'élèves brevet E.N.P.	Bac. technique 1 <sup>re</sup> partie	Bac. technique 2 <sup>e</sup> partie	
	Présentés	Reçus	Présentés	Reçus	Présentés	Reçus	Présentés	Reçus	Présentés	Reçus
Année scolaire 1959-1960										
Année scolaire 1960-1961										
Année scolaire 1961-1962										
Année scolaire 1962-1963										
Année scolaire 1963-1964										

Circulaire du 16 janvier 1964. BO n° 7 du 13 février 1964, p. 445. Modification de la structure des lycées techniques – sections industrielles.

## 8.13 Matières d'enseignement et horaires hebdomadaire, des classes de première TI et terminale TI du brevet de technicien fabrications mécaniques (1966)

### 1° Horaire hebdomadaire des classes de 1<sup>re</sup> T.I. et T.I. préparatoires au brevet de technicien :

#### « Fabrications mécaniques »

1 <sup>re</sup> T.I.		T.I.	
ENSEIGNEMENT LITTÉRAIRE :		ENSEIGNEMENT LITTÉRAIRE :	
— Français .....	3 h	— Français .....	2 h
— Langues vivantes .....	2 h	— Langues vivantes .....	2 h
— Histoire et géographie .....	2 h	— Education artistique (1) .....	1 h (f)
— Education artistique (1) .....	1 h (f)		4 h+1 h (f)
ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE :		ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE :	
— Mathématiques .....	7 h+1 h (f)	— Mathématiques .....	3 h
— Mécanique .....	3 h	— Mécanique .....	3 h
— Electricité .....	3 h	— Electricité .....	3 h
— Optique et chimie .....	2 h	— Métallurgie .....	1 h
	1 h		10 h
ENSEIGNEMENT DES TECHNIQUES INDUSTRIELLES		ENSEIGNEMENT DES TECHNIQUES INDUSTRIELLES	
a) Construction :		a) Construction :	
— Travaux graphiques de construction .....	4 h	— Travaux graphiques de construction .....	5 h
— Technologie de construction .....	2 h	— Technologie de construction .....	2 h
— Géométrie descriptive .....	1 h		
b) Fabrication :		b) Fabrication :	
— Technologie de fabrication .....	2 h	— Technologie de fabrication .....	2 h
— Etude des automatismes .....	1 h	— Etude expérimentale des automatismes (1) .....	12 h
— Travaux pratiques .....	9 h	— Travaux pratiques .....	21 h
	19 h		2
EDUCATION PHYSIQUE (2) .....		EDUCATION PHYSIQUE (2) .....	
	2 h		2
TOTAL GENERAL .....		TOTAL GENERAL .....	
	37 h		37 h
	+1 h (f)		+1 h (f)

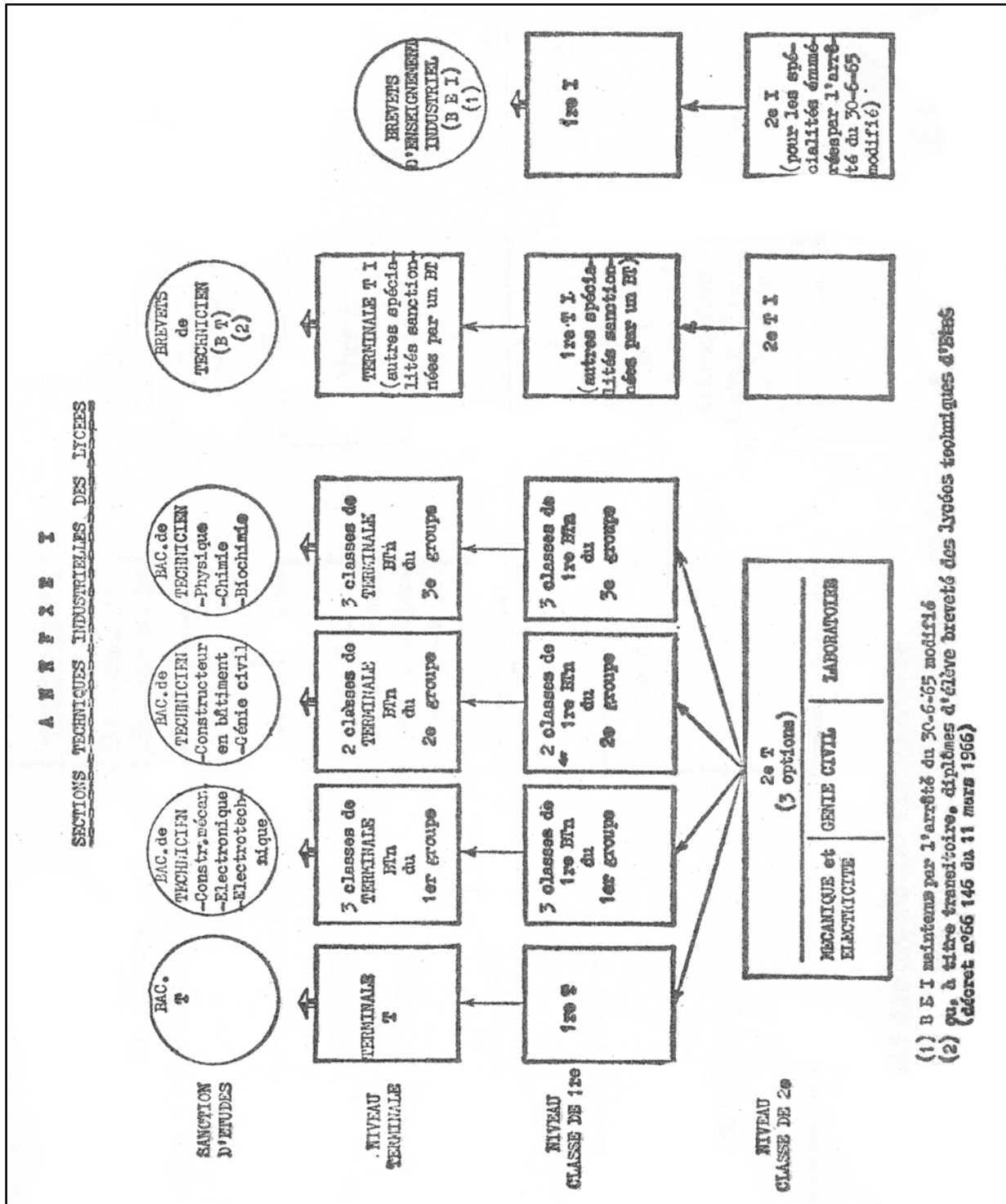
(1) Facultative.

(2) A cet horaire s'ajoute la demi-journée de plein air prévue par l'arrêté du 15 janvier 1947.

Circulaire n° 66/220 du 7 juin 1966. BO n° 24 du 16 juin 1966, p. 1269. Horaires et programmes expérimentaux de 1<sup>re</sup> TI et TI préparatoires aux brevets de techniciens « fabrications mécaniques », « électroniques », « électrotechniques ».

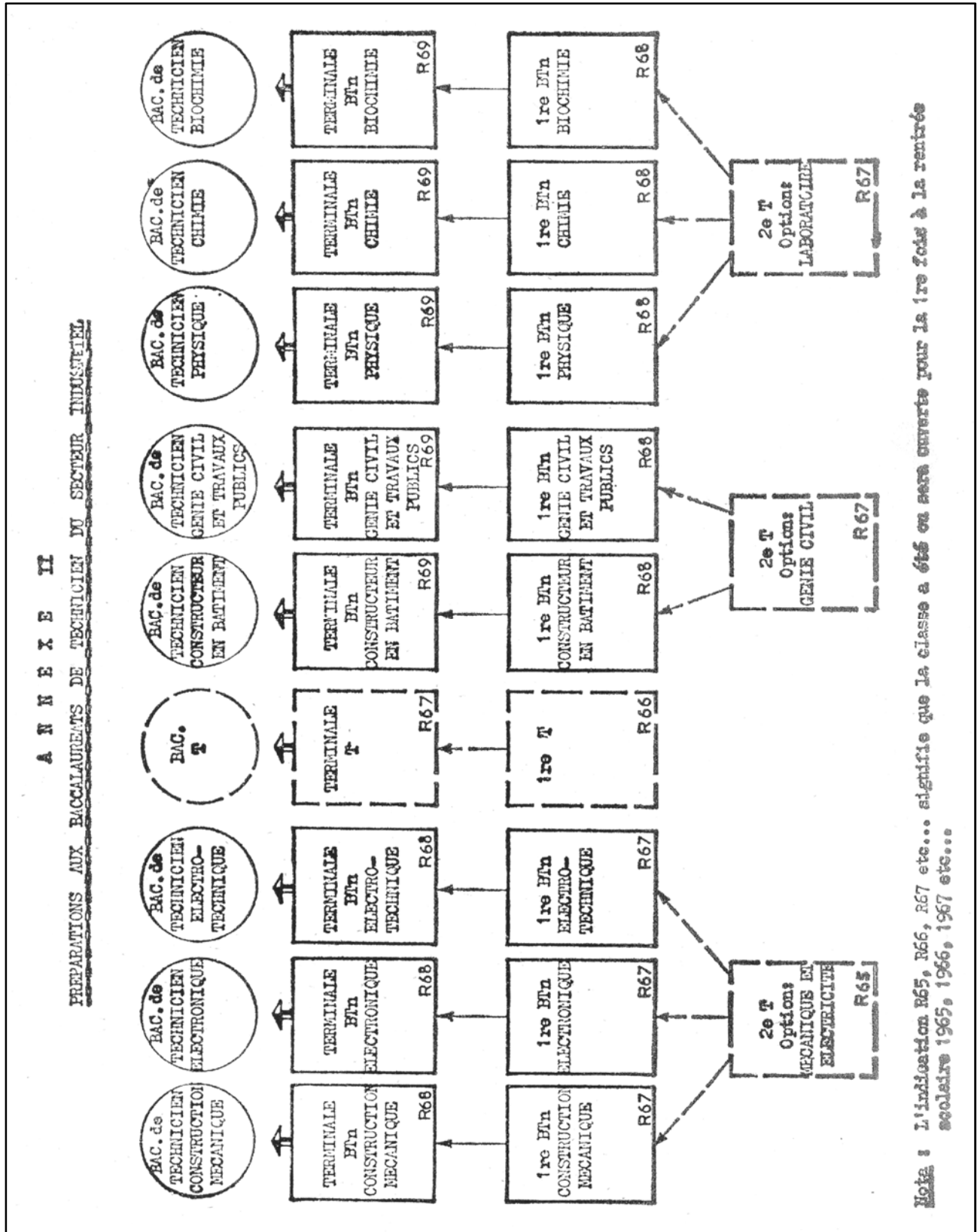
# 8.14 Structure du second cycle technique industriel de l'enseignement technique long (1967)

## 8.14.1 Situation transitoire



Circulaire n° IV 67/331 du 1<sup>er</sup> août 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1975. Organisation des enseignements techniques longs – sections industrielles et économiques des lycées et lycées techniques – mise en place à la rentrée scolaire 1967 des préparations aux baccalauréats de technicien.

8.14.2 Situation définitive rentrée 1967



Circulaire n° IV 67/331 du 1<sup>er</sup> août 1967. BO n° 32 du 31 août 1967, p. 1975. Organisation des enseignements techniques longs – sections industrielles et économiques des lycées et lycées techniques – mise en place à la rentrée scolaire 1967 des préparations aux baccalauréats de technicien.

## 8.15 Trois types de formation technique au lycée technique 1968

Baccalauréat technique	Baccalauréat de technicien	Brevet de technicien
<p>Formation pluridisciplinaire, préparant à des études supérieures.</p> <p>Le possesseur de ce baccalauréat n'est pas immédiatement destiné à faire usage de ce qu'il sait.</p>	<p>Formation de technicien centrée sur l'étude d'une branche déterminée d'une science appliquée.</p> <p>Le possesseur de ce baccalauréat est destiné à appliquer ce qu'il sait dès la fin de ses études, à comprendre l'usage qu'il fait de son savoir et à transmettre au besoin cette compréhension.</p>	<p>Préparation à une fonction d'exécution technique dans une spécialité déterminée.</p> <p>Le possesseur de ce brevet est entraîné à exécuter à un assez haut niveau de qualification technique les instructions qui lui sont données.</p>

Laurent Pierre (1966). Les aspects de la réforme de l'enseignement propres aux enseignements techniques. *Technique Art Science*, 1, 15-26. (p. 22).

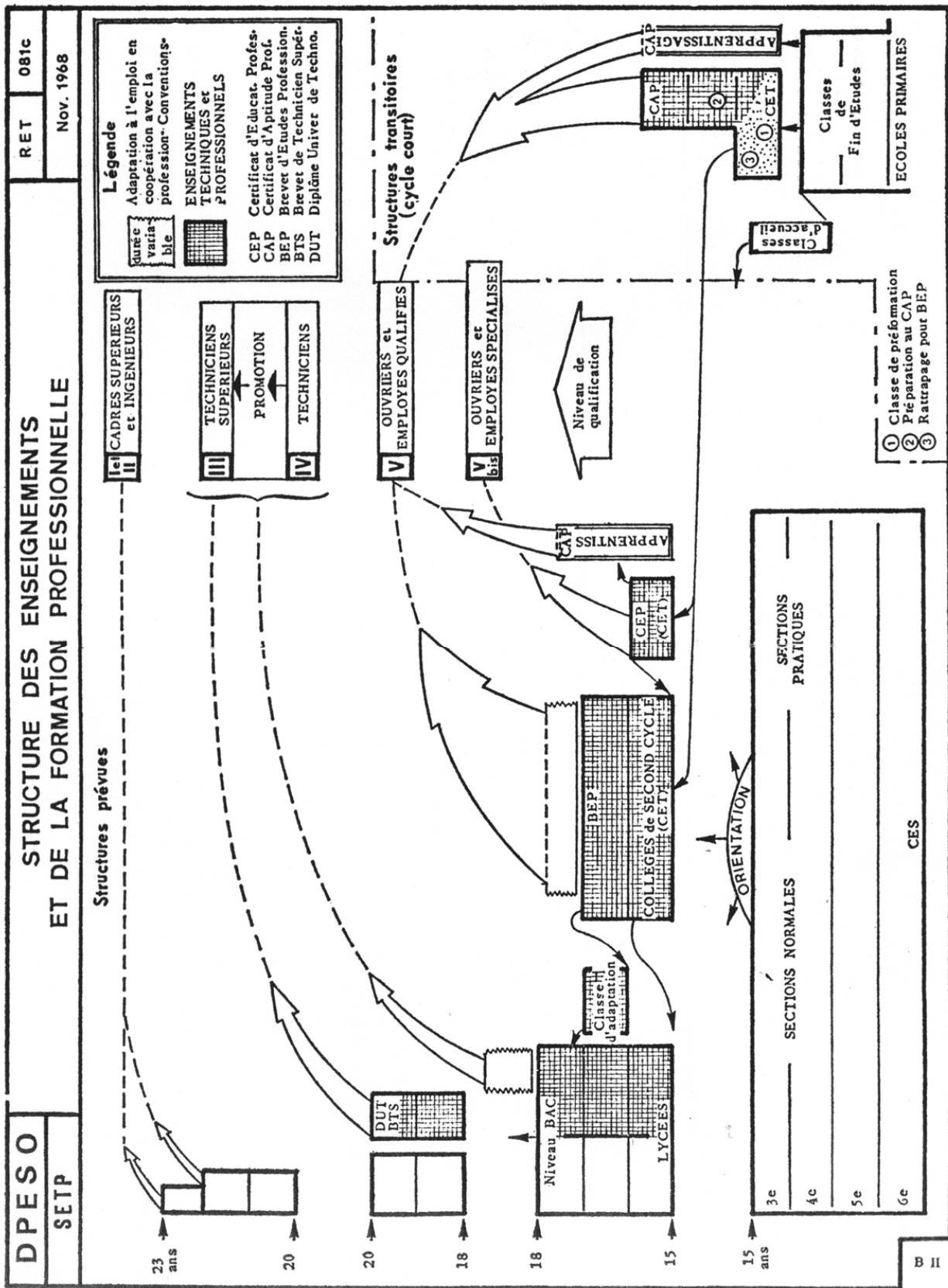


## 8.16 Nomenclature des niveaux de formation (1967)

Niveaux	Définitions	Ancien classement  Niveaux correspondants de la circulaire du 22-12-1959 (1)
I et II	Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation de niveau égal ou supérieur à celui des écoles d'ingénieurs ou de la licence.	V
III	Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation du niveau du brevet de technicien supérieur, du diplôme des instituts universitaires de technologie, ou de fin de premier cycle de l'enseignement supérieur (deux ans de scolarité après le baccalauréat).	V
IV	IV a. — Personnel occupant des emplois exigeant normalement une formation du niveau du baccalauréat, du brevet de technicien (B.T.), du brevet supérieur d'enseignement commercial (B.S.E.C.) (trois ans de scolarité au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré). Provisoirement, formation du niveau du brevet d'enseignement industriel (B.E.I.), et du brevet d'enseignement commercial (B.E.C.).	IV
	IV b. — Personnel occupant un emploi de maîtrise ou titulaire du brevet professionnel ou du brevet de maîtrise (2 ans de formation au moins et de pratique professionnelle après l'acquisition d'une formation de niveau V).	III
	IV c. — Cycle préparatoire (en promotion sociale) à l'entrée dans un cycle d'études supérieures ou techniques supérieures.	IV bis
V	Personnel occupant des emplois exigeant normalement un niveau de formation équivalent à celui du brevet d'études professionnelles (B.E.P.) (deux ans de scolarité au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré) et du certificat d'aptitude professionnelle (C.A.P.). Provisoirement, formation du niveau du brevet d'études de premier cycle (B.E.P.C.).	II
V bis	Personnel occupant des emplois supposant une formation spécialisée d'une durée maximum d'un an au-delà du premier cycle de l'enseignement du second degré, du niveau du certificat de formation professionnelle.	I
VI	Personnel occupant des emplois n'exigeant pas une formation allant au-delà de la scolarité obligatoire.	I

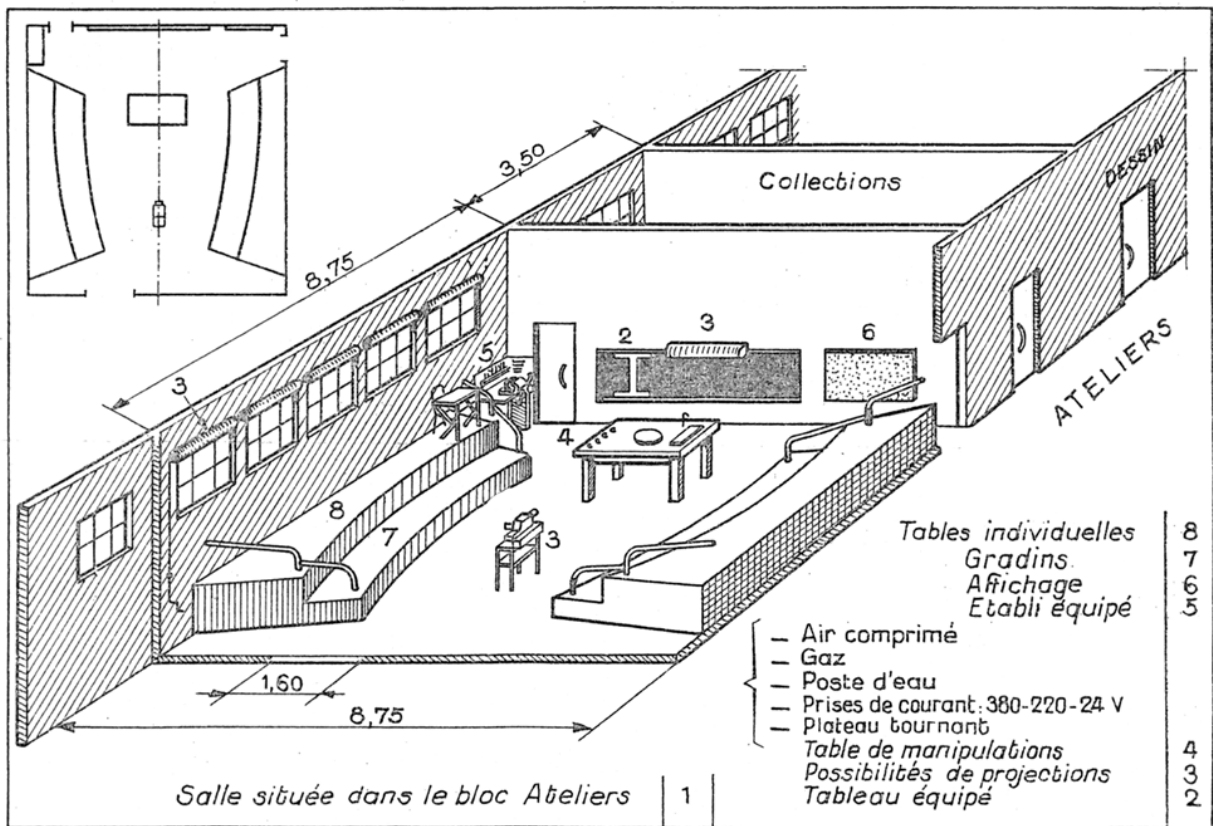
Circulaire n° II-67-300 du 11 juillet 1967. BO n° 29 du 20 juillet 1967, p. 1747. Loi d'orientation et de programmes sur la formation professionnelle et la promotion sociale (annexe : nomenclature des niveaux de formation).

# 8.17 Structure des enseignements 1966



Direction de la pédagogie des enseignements scolaires et de l'orientation (DPESO) – 1968.

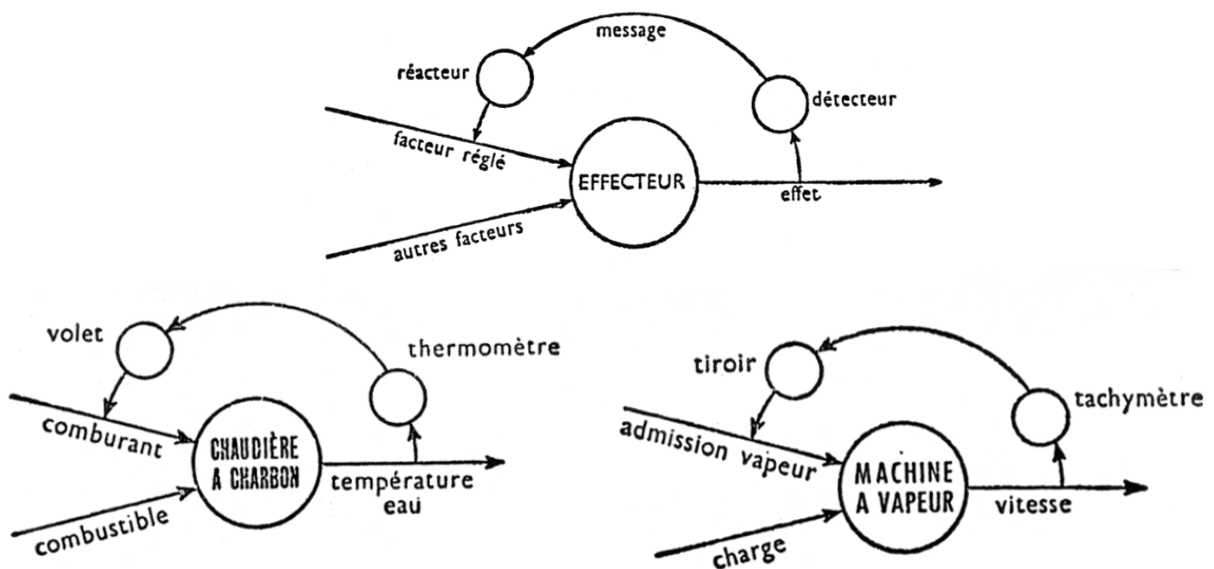
## 8.18 Laboratoire de technologie expérimentale (1961)



Salle de technologie (40 élèves)

Poirson M. (1961b). Évolution de l'enseignement professionnel dans les Collèges d'Enseignement technique. *Le cours industriel*, 8, 225-229. (p. 226).

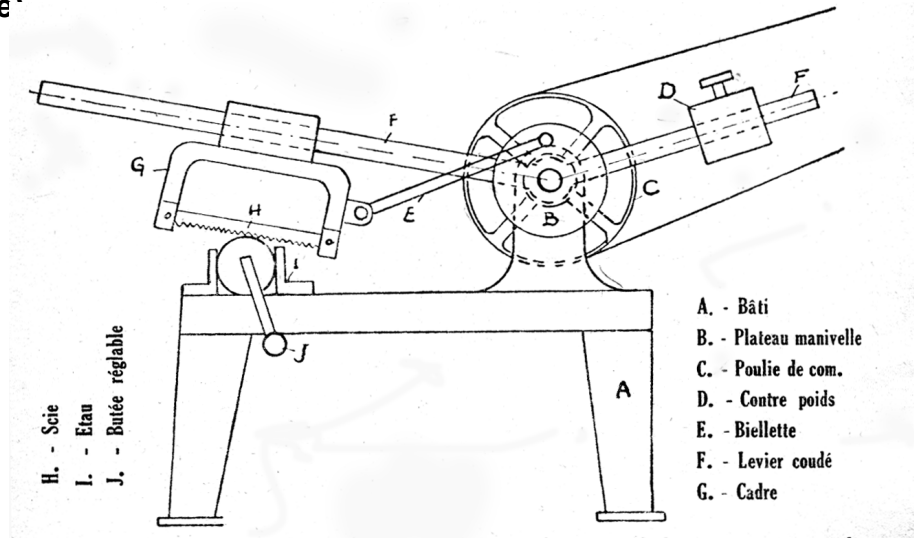
## 8.19 Schéma organisateur d'une machine « régularisée » par *feed back* ou rétro-action selon Pierre de Latil.



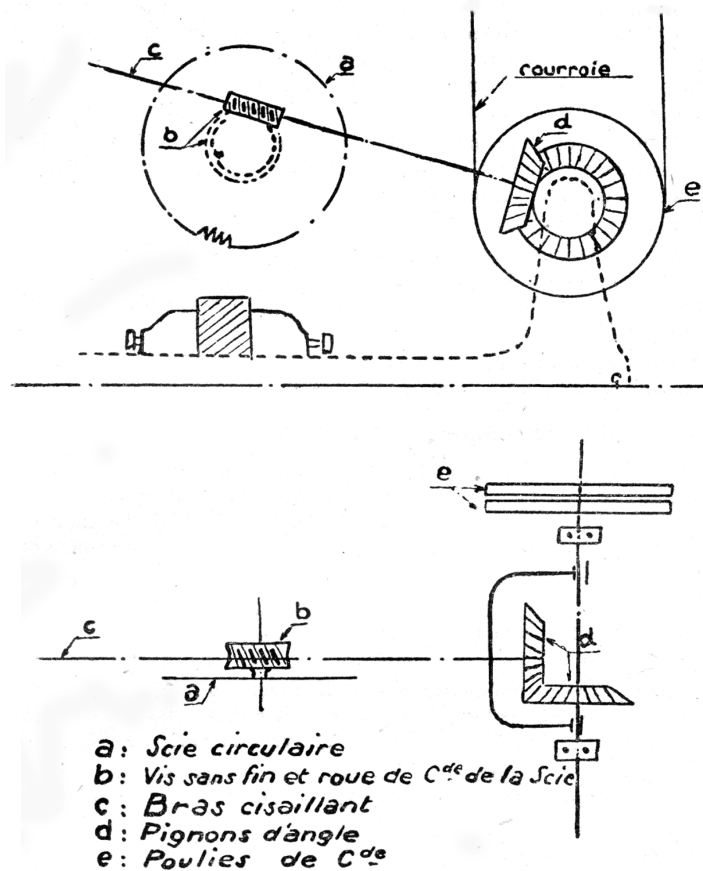
De Latil Pierre (1953). *Introduction à la cybernétique*. La Pensée artificielle. Paris : Gallimard. (p. 53).

## 8.20 Machine : dessin illustratif et schémas explicatifs de scies mécaniques

### 8.20.1 Dessin illustratif, scie à translation (système courroie, bielle/manivelle et glissière)



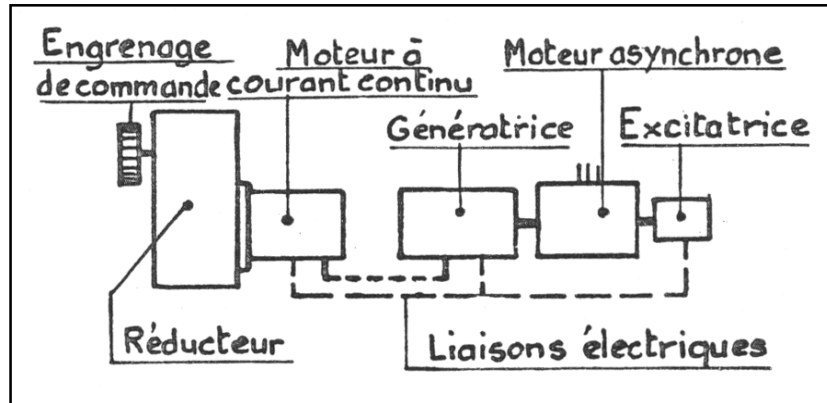
### 8.20.2 Schéma explicatif, scie circulaire (système poulie/courroie, engrenages coniques et vis sans fin/roue dentée)



Sébire Lucien et Navet A. (1949). *Résumés de technologie, métiers du fer. A l'usage des candidats au CAP. Brevet industriel et brevet professionnel. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1941).* Paris : Ozanne. (p. 462 et p. 463).

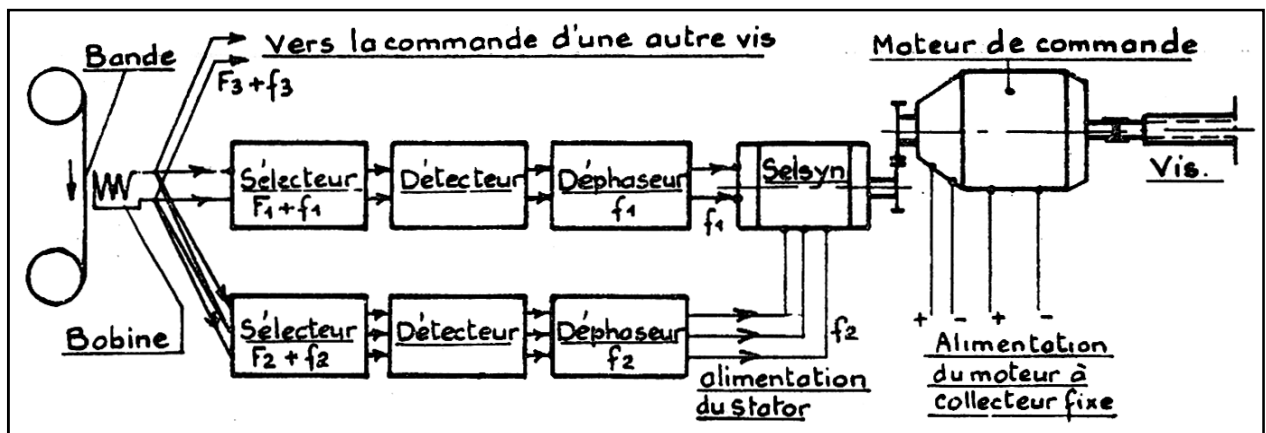
## 8.21 Commandes de moteur de machines-outils

### 8.21.1 Réduction de vitesse au moyen d'un moteur à courant continu (groupe Ward-Léonard)



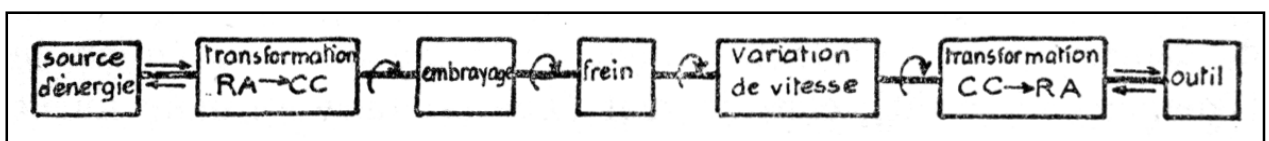
Campa André (1956). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 5, 138-139. (p. 139).

### 8.21.2 Automatisation d'une machine-outil



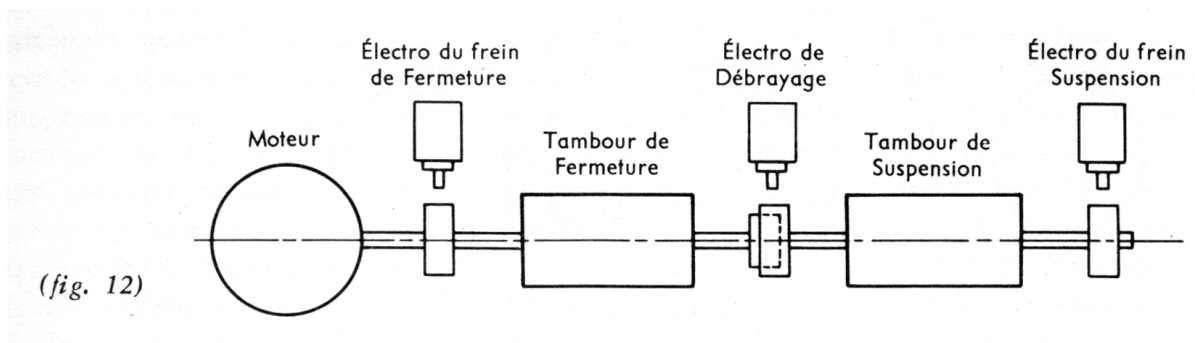
Campa André (1958). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil (suite). Le mouvement de coupe est rectiligne. *Le Cours Industriel*, 4, 101-105. (p. 105).

## 8.22 Représentation de la chaîne cinématique d'une machine-outil



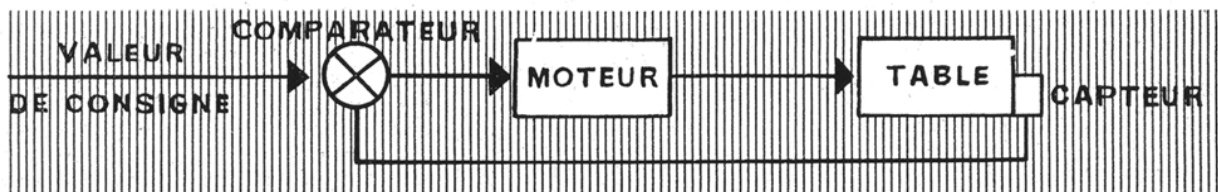
Pasquet Raymond, Giet Armand (1959). *Technologie de construction. Tome III, organe de machine. 1<sup>re</sup> édition.* Paris : Dunod. (p. 6).

## 8.23 Schéma fonctionnel d'un treuil à embrayage unique (La Télémécanique Électrique)



Bizot Marcel (1961). *La commande des moteurs électriques et son application aux engins de levage*. La Télémécanique Électrique. Nanterre : Sodima. (p. 19).

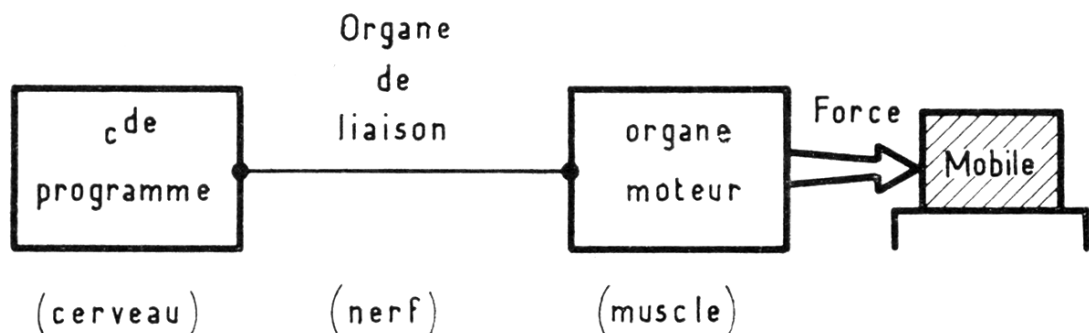
## 8.24 Schéma fonctionnel de la commande en boucle fermée (asservissement) des machines-outils à commande numérique (Renault, 1968)



Anonyme (1968). *La commande numérique*. Documentation communiquée par la Régie Nationale des Usines Renault. *L'ingénieur et le technicien*, 137, 27-36. (p. 28).

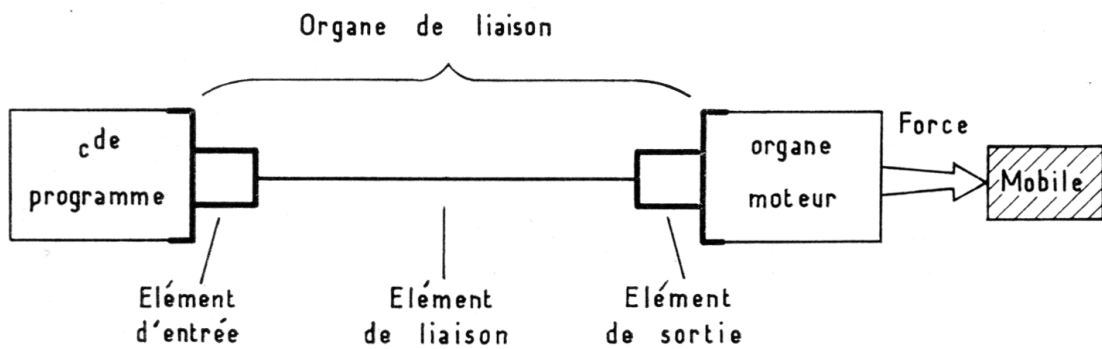
## 8.25 Le schéma fonctionnel outil pédagogique

### 8.25.1 Analogie entre la machine automatique et l'homme

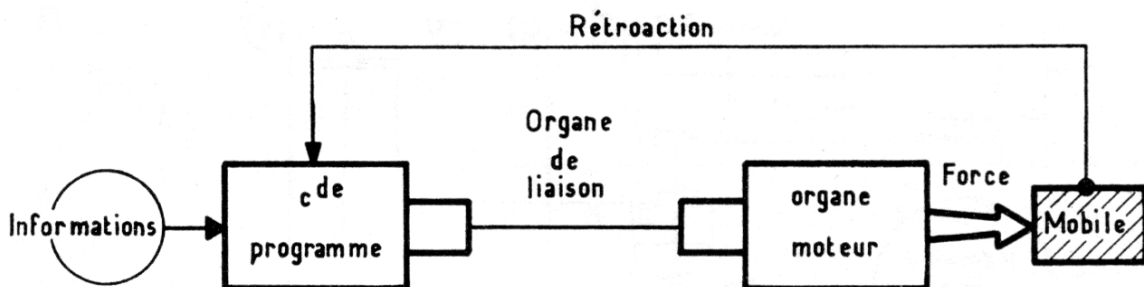


Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils*. Tome I. Paris : Foucher. (p. 14).

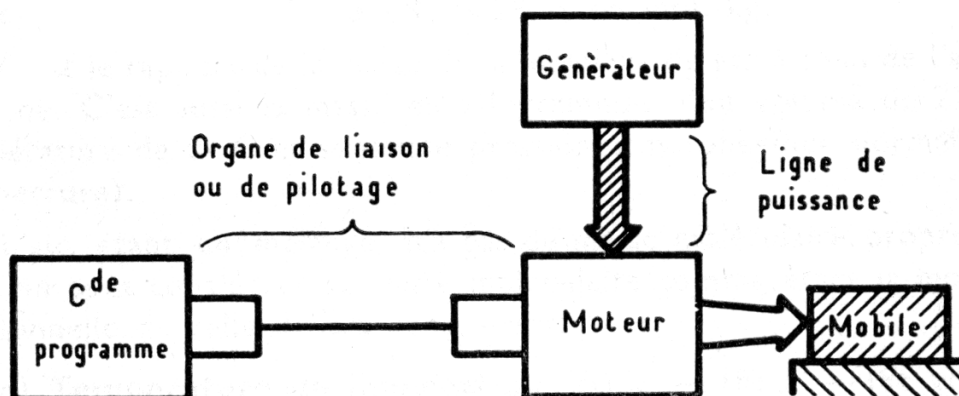
### 8.25.2 Notions fondamentales d'entrée et de sortie



### 8.25.3 Notion d'information et de rétroaction



### 8.25.4 Générateur d'énergie et sa ligne de puissance



Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome I.* Paris : Foucher. (p. 29, 41, et 105).

### 8.25.5 Notion de chaîne fermée et ligne de rétroaction

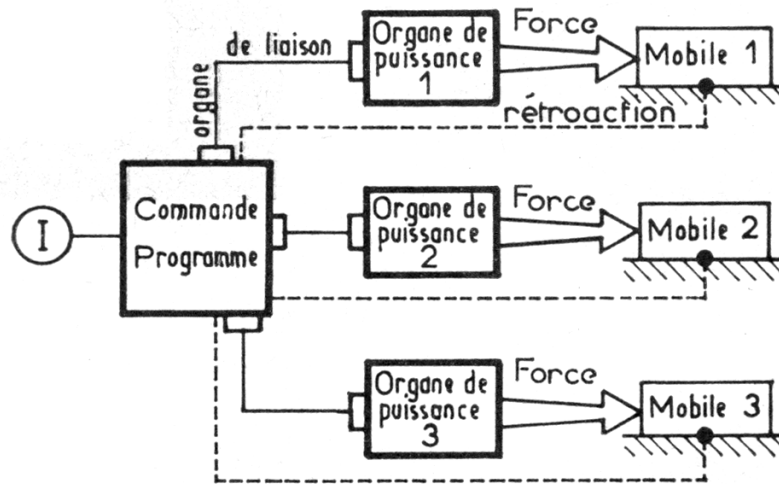


Fig. II-1.

On peut, dans certains cas, ne pas utiliser d'informations extérieures et ne considérer que celles provenant des mobiles.

En leur donnant une certaine énergie, il est possible de les utiliser directement pour commander un autre organe moteur et l'on obtient ainsi un automatisme à séquences en chaîne fermée avec programme fixe.

On peut le schématiser ainsi (fig. II-2) :

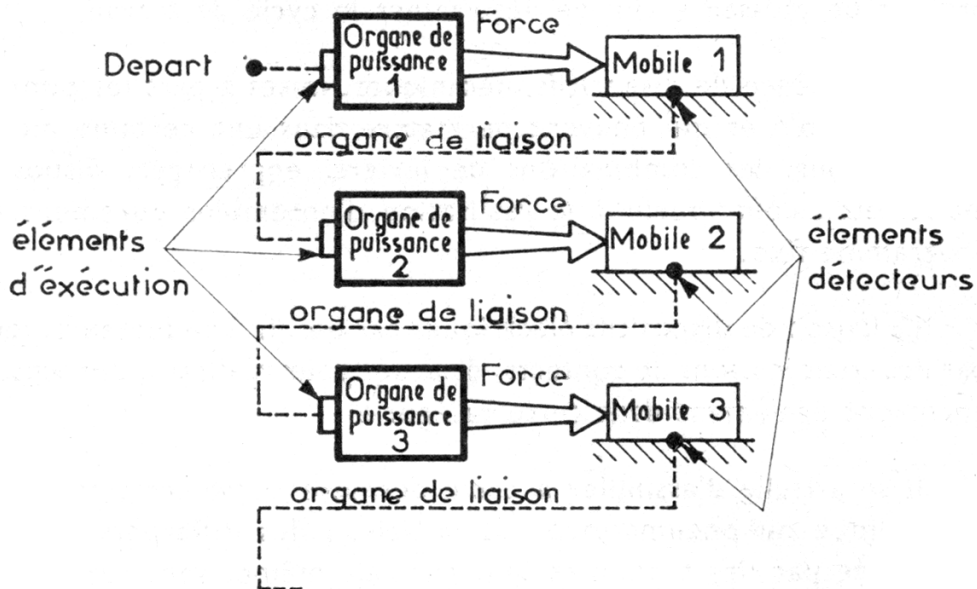
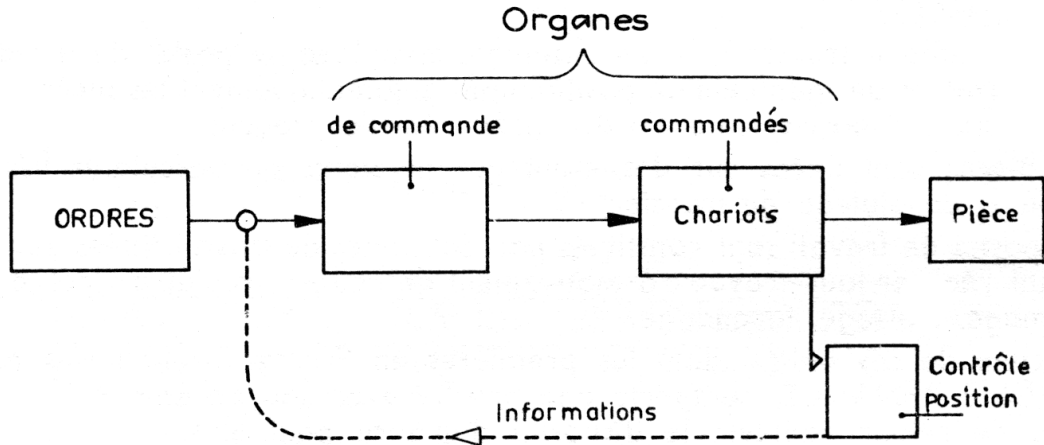


Fig. II-2.

Fort Pierre-Jean (1966). *Techniques simples d'automatismes, avec application à la commande oléo-pneumatique aux machines-outils. Tome II. Programmation.* Paris : Foucher. (p. 12).



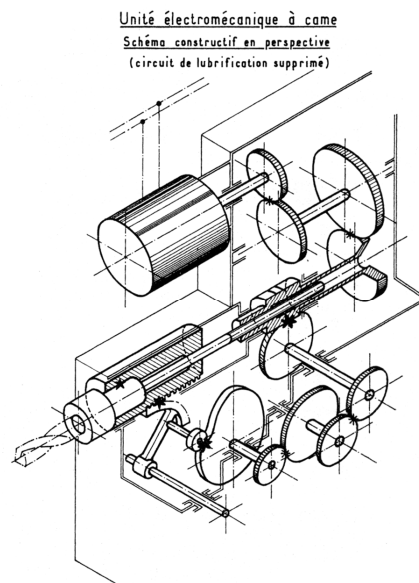
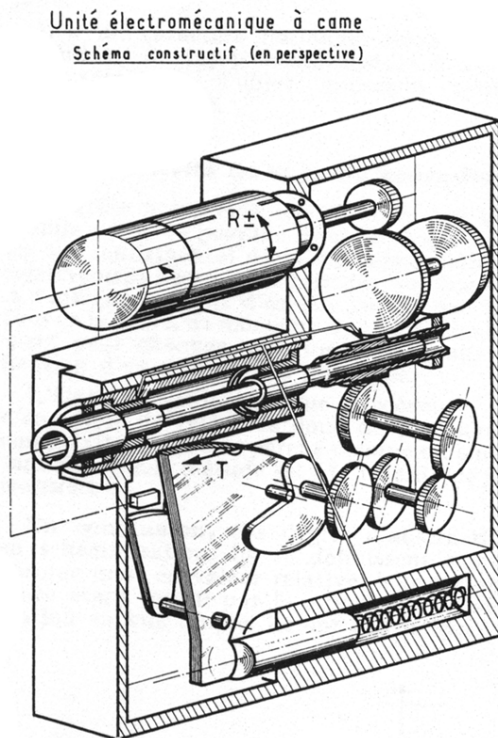
## 8.26 Organisation générale d'une commande automatique par programme (1967)



Duroux, J., Faucard Robert (1967). *Technologie générale et de construction. Tome II, Lycées techniques.* Lyon : Desvignes André. (p. 95).

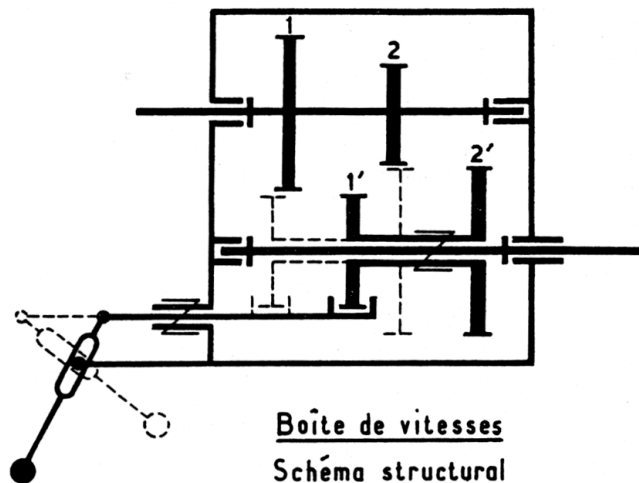
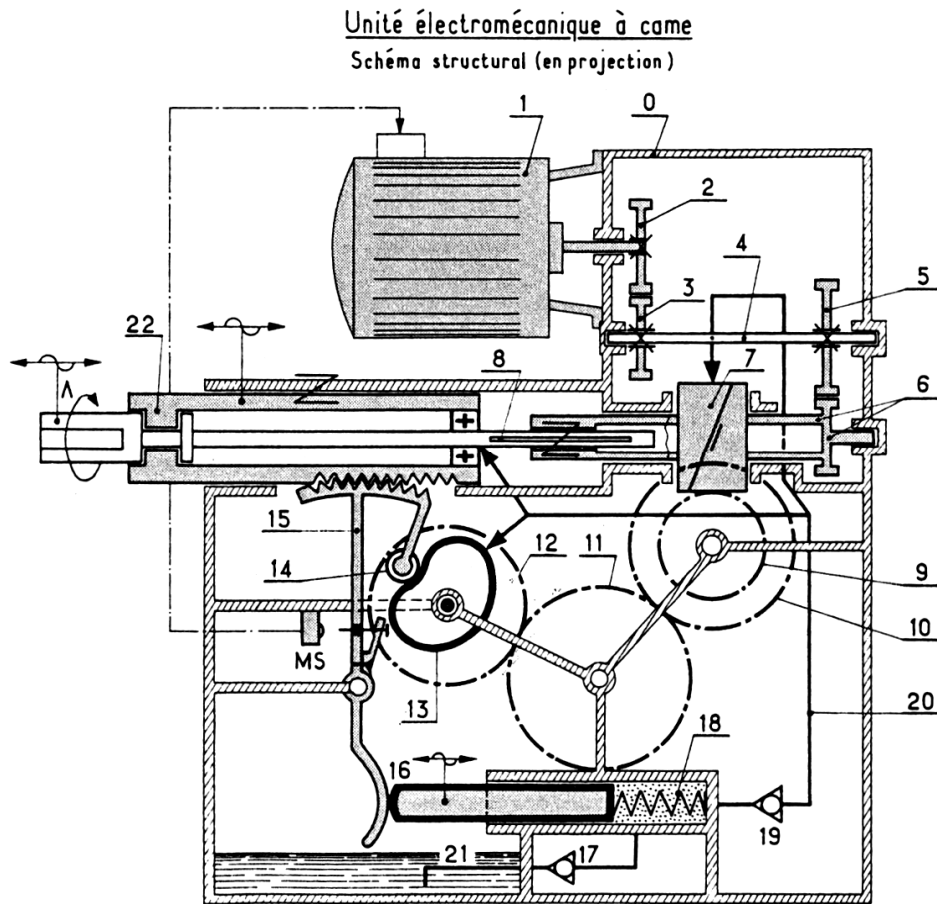
## 8.27 Les schémas constructif, structural et fonctionnel selon Chabal (1968)

### 8.27.1 Schémas constructifs



Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106. (p. 103 et 105).

## 8.27.2 Schéma structural

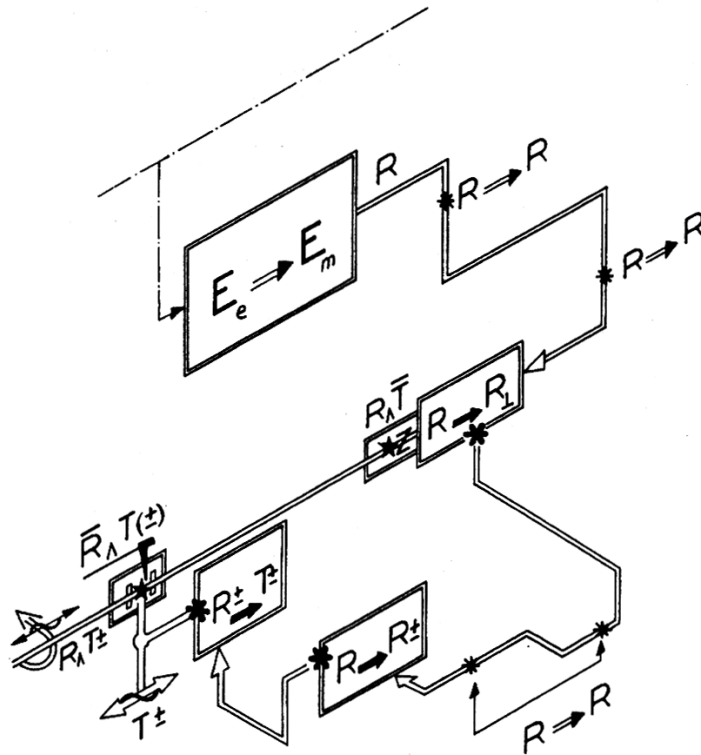


Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106. (p. 103 et 106)

### 8.27.3 Schéma fonctionnel

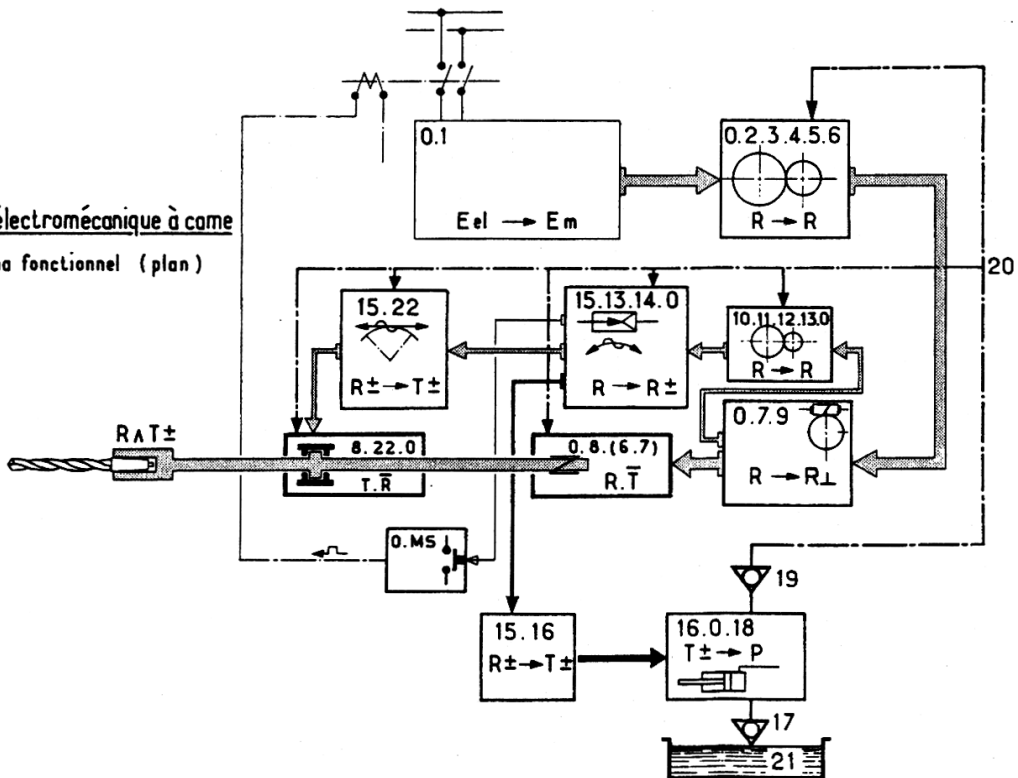
#### Unité électromécanique à came

Schéma fonctionnel (en perspective)



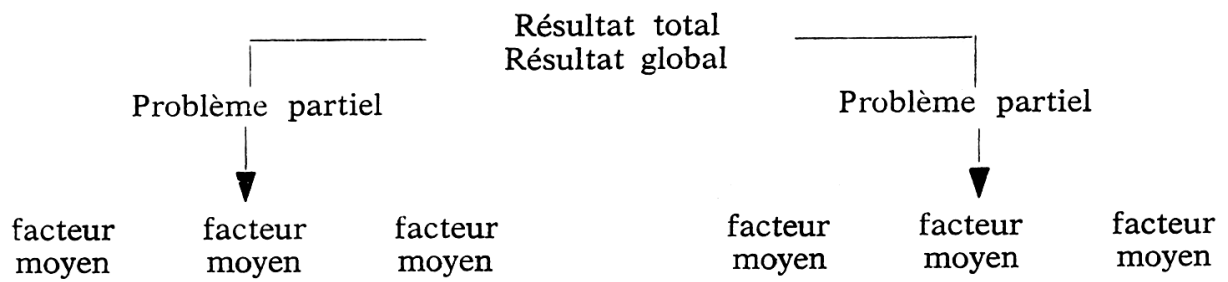
#### Unité électromécanique à came

Schéma fonctionnel (plan)



Chabal Jean (1968). Le schéma en construction mécanique. *Le Cours Industriel*, 4, 101-106. (p. 104).

## 8.28 Un premier schéma pour décrire l'analyse technique



Canonge Fernand (1959d). Une méthode d'analyse technique ou des interdépendances. *Technique Art Science*, 3, 45-47. (p. 45).

## 8.29 Des tableaux d'observation pour préparer l'analyse technique

1° **Observation limitée, localisée.** Etude d'un élément d'un tout.

Montrer la liaison entre l'élément et le tout auquel il appartient.

Montrer que cet élément représente la solution d'un ou de plusieurs problèmes.

Noter et justifier formes, dimensions, constructions (dessiner).

Critiquer la solution adoptée.

Rechercher d'autres solutions possibles. Les noter successivement.

2° **Observation comparative.** Etude de plusieurs éléments ou objets comparables.

Rattacher ressemblances et différences aux fonctions à assurer, aux conditions à satisfaire. Enregistrer les observations.

Tableau d'observation comparative

Constatations. Ressemblances. Différences.	Justifications. Explications.	Problèmes qu'on a voulu résoudre Fonctions. Conditions.
→		→

3° **Observation critique.** Critique d'un élément ou d'un objet entier.

Rattacher toute critique, de détail ou d'ensemble, aux fonctions ou conditions incomplètement assurées.

Rechercher les causes des imperfections. Suggérer d'autres solutions.

Tableau d'observation critique

Imperfections constatées.	Fonctions ou conditions imparfaitement assurées. Causes des imperfections.	Autres solutions.

4° **Observation d'un objet complet** ou d'un tout fonctionnel.

— Rechercher les parties cachées, en raisonnant à partir de ce qui est vu. Enoncer, au besoin, plusieurs hypothèses (dessiner).

— Etablir le schéma de construction de l'objet (dessiner).

— Etablir le schéma de fonctionnement (dessiner).

— Rechercher les fonctions de l'objet et les conditions spéciales ou générales auxquelles il doit répondre.

5° **Observation d'un travail.**

a) *Pour rendre l'élève capable d'exécuter*

— Indiquer et justifier le résultat à obtenir.

— Décomposer.

— Présenter de manière à faciliter l'observation.

— Attirer l'attention sur les difficultés (points clé) par quelques mots seulement.

— Contrôler les observations. Les confronter. Les compléter.

— Faire exécuter des essais.

b) *Pour faire découvrir les problèmes d'organisation du travail*

— Chronométrage d'un travail exécuté par un élève, par le professeur; utilisation de la feuille des relevés de temps. Etude critique.

— Etablissement d'un graphique homme-machine. Etude critique.

— Croquis d'installation d'un poste de travail. Critiques. Suggestions. Croquis du poste après modifications.

— Ces diverses formes d'observation, inspirées de ce qui se fait en usine, devraient toutefois être adaptées à nos propres problèmes techniques et pédagogiques.

Comme nous venons de le voir, la technique, domaine par excellence de l'efficacité, nous aide à comprendre ce que nous devons faire en pédagogie pour être efficaces. Ainsi, nous constatons, une fois de plus, que la technique n'est ni anti-pédagogique ni anticulturelle.

F. CANONGE, E.N.N.A., Paris.

Canonge Fernand (1960b). L'observation dans la technique et la pédagogie (suite). *Le Cours Industriel*, 7, 209-210. (p. 210).

## 8.30 La méthode d'analyse technique

Tableau général d'analyse technique

PROBLÈMES	RAISONNEMENTS	SOLUTIONS GRAPHIQUES
<b>I – RECHERCHE DE LA SOLUTION THÉORIQUE</b>		
<b>Fonctions usuelles de l'objet</b>		Solution de principe Schéma théorique
<b>II – RECHERCHE DE LA SOLUTION TECHNOLOGIQUE</b>		
<b>Données précises relatives à la fonction</b>		
<p>a/ <u>Conditions de fonctionnement</u> :</p> <p>propres à l'objet : fonctions mécaniques à assurer. précision et rigueur géométrique.</p> <p>générales : régularité de fonctionnement.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Examen des principales conditions. Raisonnements.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Examen détaillé de toutes les conditions. Passage de chaque élément du schéma, devenu un problème technique, à chaque élément du dessin complet. Raisonnements.</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Schéma technologique</li> <li>● Solutions partielles</li> <li>● formes, dimensions, matériaux.</li> <li>● Surfaces et cotes fonctionnelles.</li> <li>● Interdépendances.</li> <li>● Compromis.</li> <li>● Synthèses.</li> <li>● Familles de solutions :               <ul style="list-style-type: none"> <li>● systèmes mécaniques</li> <li>● systèmes architecturaux</li> </ul> </li> <li>● Solution retenue.</li> <li>● Dessin de définition.</li> <li>● Critique de la solution retenue.</li> </ul>
<p>b/ <u>Conditions d'utilisation</u></p> <p>propres à l'objet, celles du poste de travail et de toutes les circonstances d'utilisation.</p> <p>générales :</p> <p>transport, montage, démontage pose, entretien, réglage, réparation. facilité, rapidité, sécurité d'emploi.</p>		
<p>c/ <u>Conditions d'organisation architecturale</u></p> <p>– propres à l'objet, celles qui assurent l'efficacité fonctionnelle.</p> <p>– robustesse, simplicité, rigidité (ou élasticité), stabilité, esthétique.</p>		
<p>d/ <u>Conditions d'ordre économique</u></p> <p>prix d'achat, de revient... prix d'exploitation.</p>		
<p>e/ <u>Conditions de fabrication</u></p> <p>vite, bien, pas cher.</p>		

Canonge Fernand (1963a). Aspect général de l'analyse technique. *Le Cours Industriel*, 6, 161-163. (p. 163).

## 8.31 Une forme de standardisation de l'analyse technique.

### ANALYSE TECHNIQUE DE L'ABLOPAGE (suite)

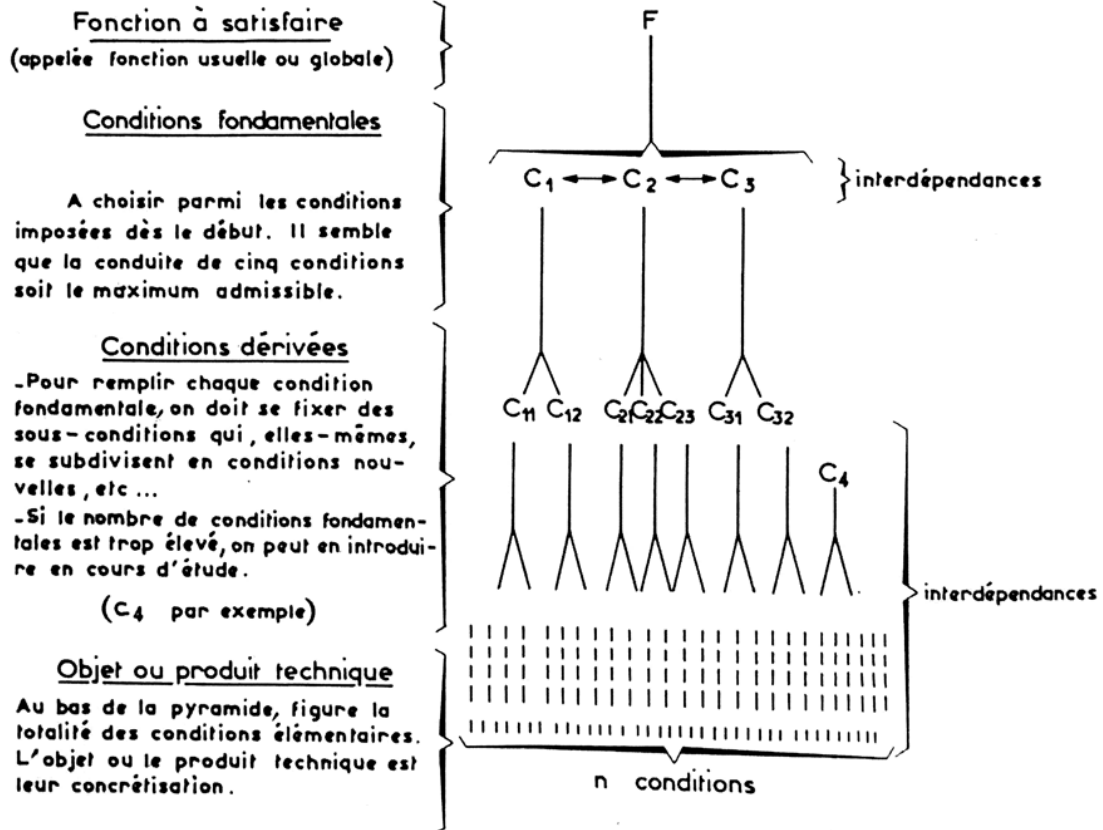
CONDITIONS IMPOSÉES	CONDITIONS DÉRIVÉES	RAISONNEMENT	FACTEURS A ÉTUDIER	SOLUTIONS ÉLÉMENTAIRES
3. La position de la pièce doit être la même pour toutes les pièces de la série dans les tolérances données (sans réglage).	31. La pièce en contact sur ses appuis et butées ne doit pouvoir occuper qu'une seule position.			Prévoir le système d'appui et de butées défini en 1.
	32. Les appuis ou SR doivent assurer une position stable dans le temps.	321. Pour que la position soit stable, les appuis ou SR doivent eux-mêmes être stables, c'est-à-dire :	322. Résister aux déformations.	3211. Prévoir un ensemble porte-pièce stable (par traitement thermique éventuellement).
				3221. Prévoir une construction simple, sans jeux,
				3222. de forme et de dimensions convenables.
		323. Résister à l'usure.	3231. Résister à l'usure.	3223. Rigide.
				3231. Dureté de l'appui.
				3232. Dureté de la pièce.
	324. Résister aux chocs.	3241. Résister aux chocs.	3233. Surface de portée.	
			3234. Efforts sur l'appui.	
	325. Résister à la corrosion.	3251. Résister à la corrosion.	3241. Dureté.	
3242. Résilience.				
326. Résister au grippage.	3261. Résister au grippage.	3251. Nature des matériaux.		
		3252. Protection.		
		3261. Choisir un matériau peu sujet au grippage,		
			3262. Traitement.	
			3263. Etat de surface.	
			32621. ou traité pour éviter ce grippage,	
			32631. poli ou usiné finement.	

## 8.32 Interdépendance ou décomposition de la fonction d'un objet ou produit technique en conditions élémentaires

### 1.1 - L'analyse technique.

Toute réalisation industrielle est la synthèse des nombreuses conditions qu'il a fallu satisfaire pour atteindre le but que l'on s'était fixé.

Un problème technique peut donc se représenter sous la forme pyramidale suivante :



Dégager toutes ces conditions en les hiérarchisant et définir leurs interdépendances est le propre de l'analyse technique. Cette analyse se déroule donc avec un souci permanent de synthèse.

Ducel René (1966). Notion de circuit mécanique. *Le Cours Industriel*. 3, 82-90. (p. 82).



### 8.33 Ordre chronologique d'apparition des qualificatifs au mot « fonction »

auteur (s)	année	notion
Lenormand et Mignée	1949	fonction simple
Giet et Pasquet	1953	fonction mécanique élémentaire
Giet et Pasquet	1953	fonction à remplir
Giet et Pasquet	1953	fonction parasite
Giet et Pasquet	1953	fonction principale
Giet et Pasquet	1953	fonction secondaire
Baudo	1958	fonction à satisfaire
Norbert	1960	fonction mécanique simple
Guillon	1962	fonction à assurer
Canonge	1963	fonction générale
Canonge	1963	fonction mécanique
Canonge	1963	fonction usuelle
Couffignal	1963	fonction d'un mécanisme finalisé
Couffignal	1963	fonction essentielle
Giriat	1963	fonction humaine
Giriat	1963	fonction d'usage
Giriat	1963	fonction technique
Ducel	1966	fonction à satisfaire
Ducel	1966	fonction globale
Géminard et Gros La Faige	1966	fonction technique élémentaire
Géminard	1968	fonction physique
Postic et Tilagone	1968	fonction élémentaire
Canonge et Ducel	1969	fonction technique élémentaire
Géminard	1970	fonction technique de base
Géminard	1970	fonction usage
Boutaud	1970	fonction usage de base
Boutaud	1970	fonction d'usage secondaire
Boutaud	1970	fonction d'estime
Géminard	1971	fonction organique
Chabal	1973	fonction composante

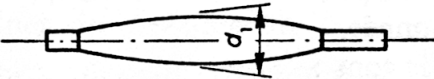
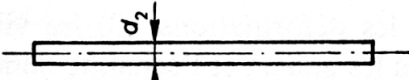
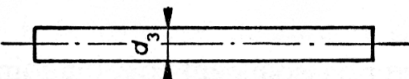
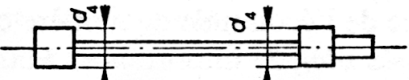

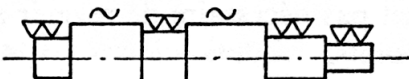
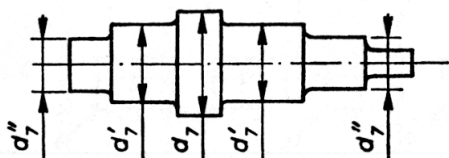
### 8.34 Tableaux de classement des facteurs de réalisation et de fonctionnement

Comparaison de chaque facteur aux autres		A	B	C	D	E
=B	=A	>A	<A	<A	<A	<A
A < C	B < C	C > B	D < B	E < B	E < B	E < B
>D	>D	>D	<C	<C	<C	<C
>E	>E	>E	<E	<E	<E	<E

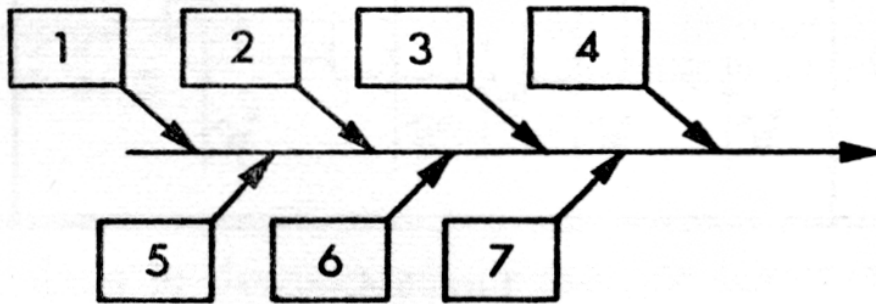
Facteurs	A	B	C	D	E	Somme par ligne
A	/	0	-1	+1	+1	1
B	0	/	-1	+1	+1	1
C	+1	+1	/	+1	+1	4
D	-1	-1	-1	/	-1	-4
E	-1	-1	-1	+1	/	-2

### 8.35 Détermination des solutions optimales pour chaque facteur.

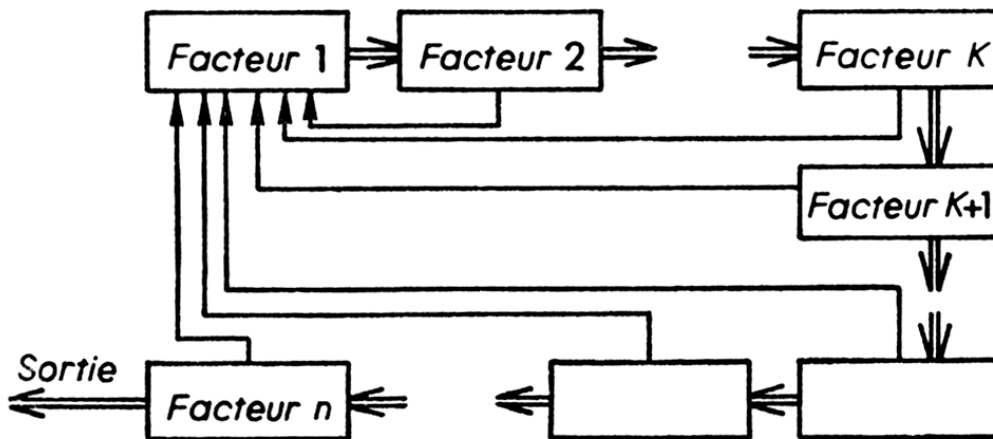
Conditions	Solutions optimales par facteur (Minimum de matière ou économie d'usinage)	Solutions possibles
1 Résistance		$d \geq d_1$
2 Déformation		$d \geq d_2$
3 Vibration		$d \geq d_3$
4 Paliers		$d \geq d_4$ dans les paliers
5 Montage		$d_5' > d_5$
6 Usinage		
7 Réalisation		$d_7'' \geq d_2, d_3, d_4$ $d_7' \geq d_1, d_2, d_3$ $d_7 \geq d_5'$

Géminard Lucien, Gros La Faige F. (1966). *Construction mécanique. Éléments des projets. Tome I.* Paris : Dunod. (p. 260 et 262).

### 8.36 Forme linéaire de la logique d'agencement

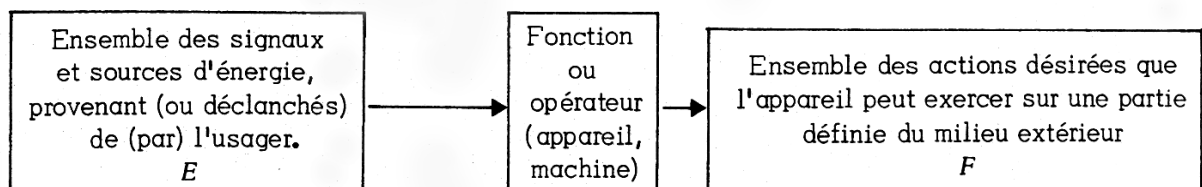


### 8.37 Forme cyclique de la logique d'agencement.



Géminard Lucien, Gros La Faige F. (1966). *Construction mécanique. Éléments des projets. Tome I.* Paris : Dunod. (p. 261 et 262).

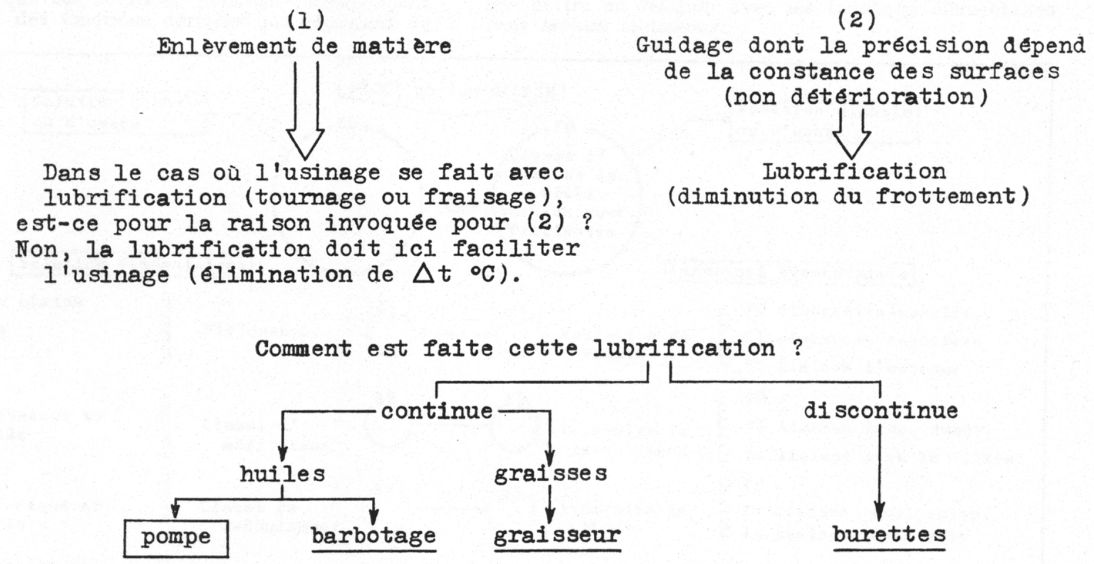
### 8.38 Graphe fonctionnel



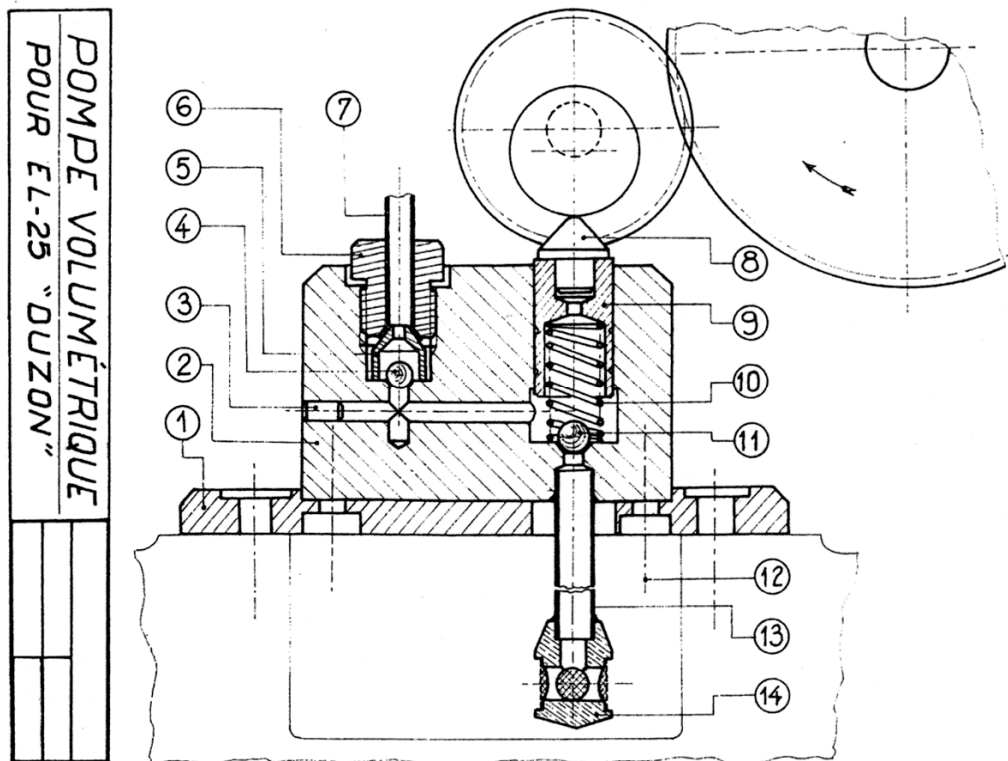
Géminard Lucien (1968). *Technologie, analyse technique, logique d'agencement. Techniques industrielles, 4, 15-39.* (p. 29).

## 8.39 Étude et conception d'un objet

### 8.39.1 Utilisation d'organigramme comme méthode de description, présentation du problème

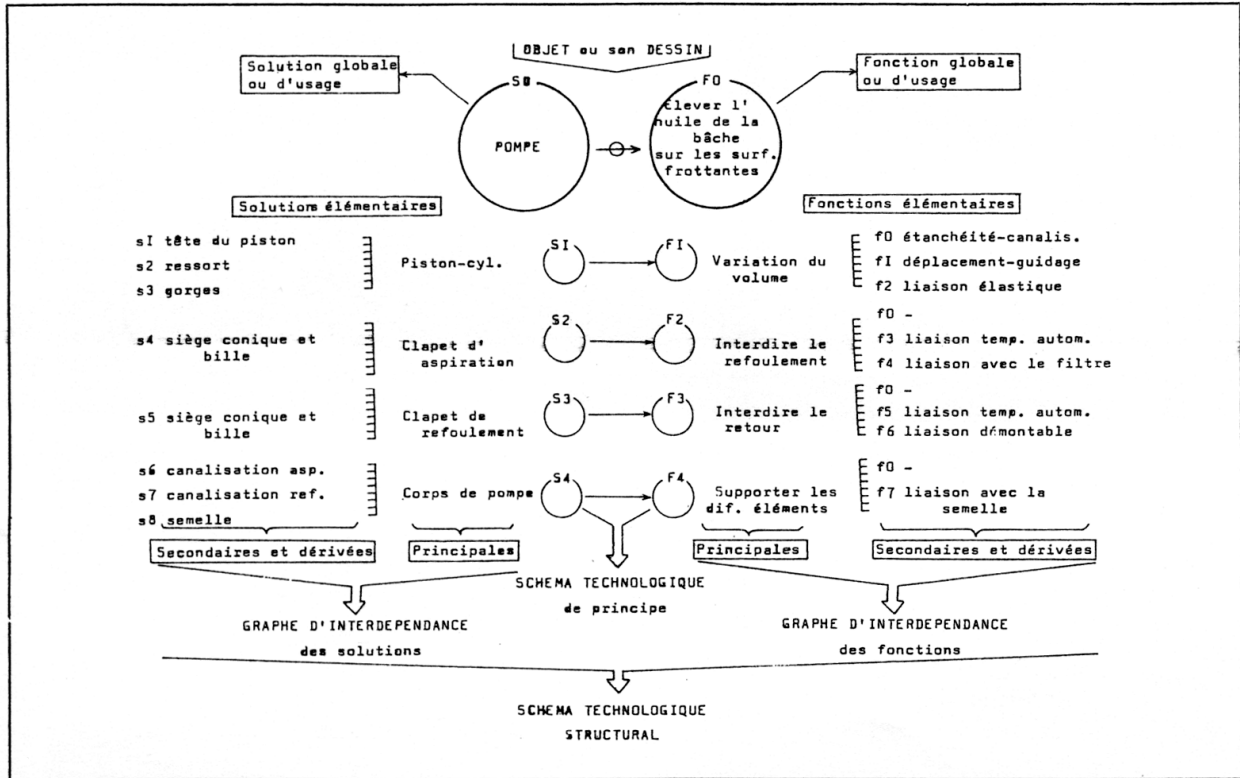


### 8.39.2 Dessin partiel

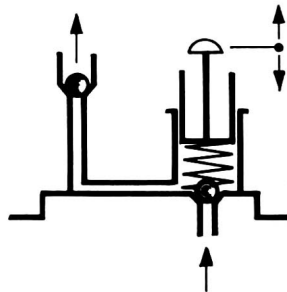


Marcel Postic, Tilagone G. (1968a). L'étude d'observation. Analyse et synthèse technologiques d'une pompe volumétrique pour étau-limeur. *Le Cours Industriel*. 9, 261-264. (p. 261 et 262).

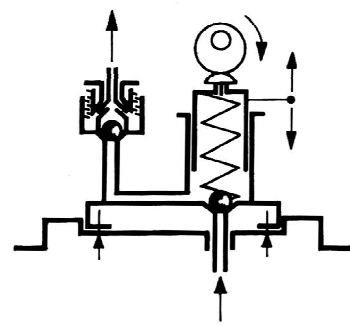
### 8.39.3 Détermination des solutions et fonctions associées



### 8.39.4 Schéma technologique de principe

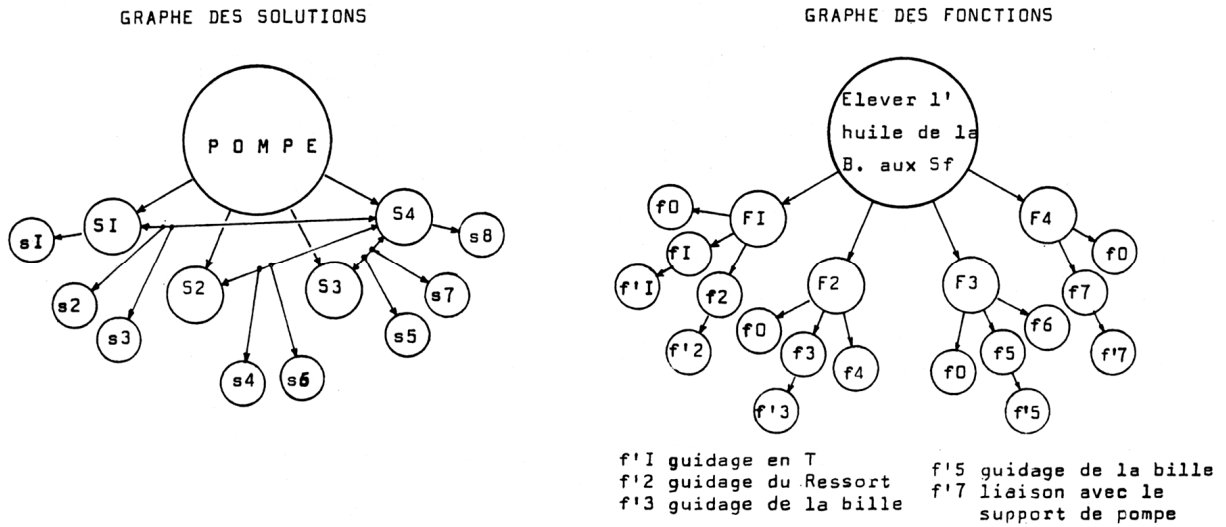


### 8.39.5 Schéma technologique structural



Marcel Postic, Tilagone G. (1968a). L'étude d'observation. Analyse et synthèse technologiques d'une pompe volumétrique pour étiau-limeur. *Le Cours Industriel*. 9, 261-264. (p. 262, 262 et 263).

### 8.39.6 Lien fonctions, solutions, utilisation de graphes



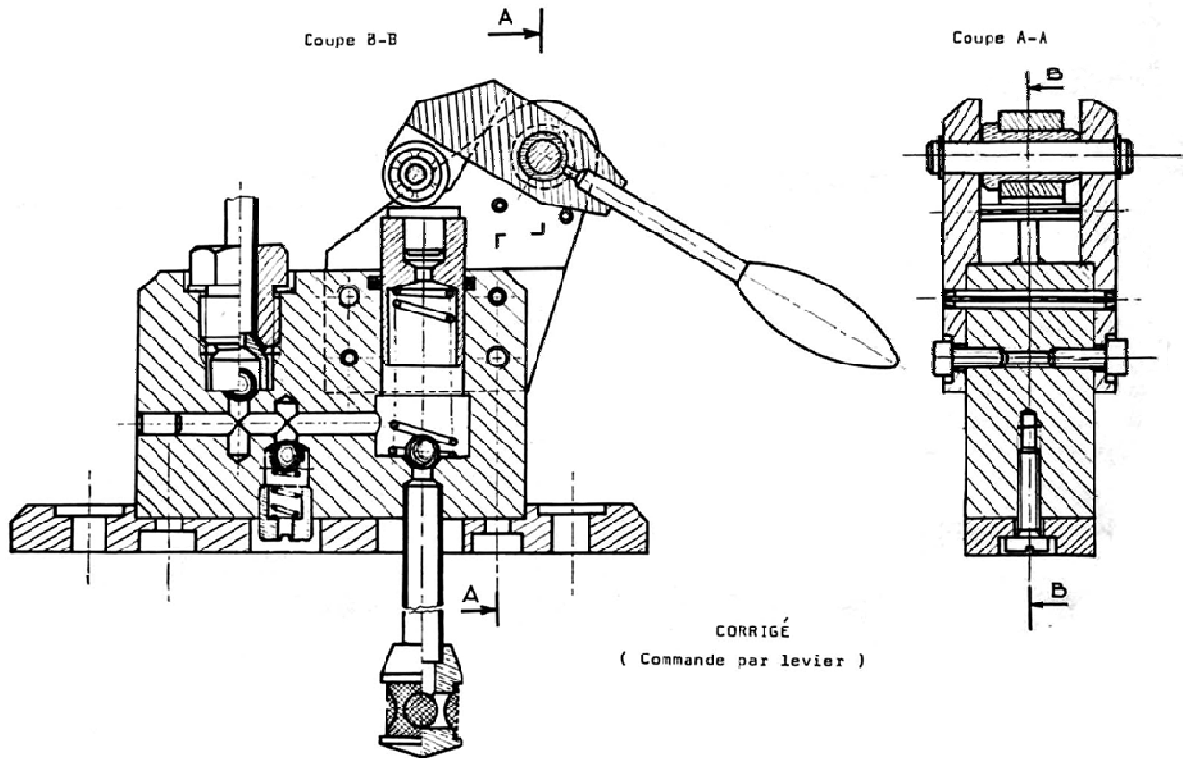
Marcel Postic, Tilagone G. (1968a). L'étude d'observation. Analyse et synthèse technologiques d'une pompe volumétrique pour étaiu-limeur. *Le Cours Industriel*. 9, 261-264. (p. 264).

### 8.39.7 Graphe matriciel destiné à mener une comparaison analytique dans le but de choisir une solution optimum (pour l'étanchéité)

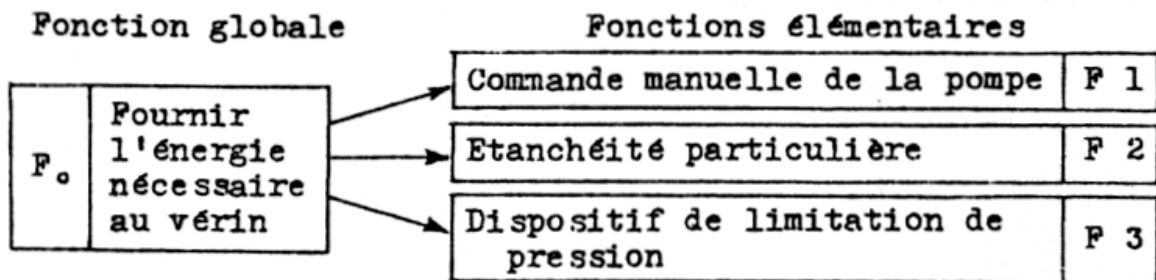
Solutions	Etanchéité							Obtention							Résultats comparatifs
	11	22	23	24	33	34	44	11	22	23	24	33	34	44	
11	///	+1	+1	+1	-1	-1	-1	///	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0
22	-1	///	-1	-1	-1	-1	-1	-1	///	+1	-1	+1	-1	+1	-6
23	-1	+1	///	0	-1	-1	-1	-1	-1	///	-1	-1	-1	+1	-7
24	-1	+1	0	///	-1	-1	-1	+1	+1	+1	///	+1	+1	+1	+3
33	+1	+1	+1	+1	///	0	+1	-1	-1	-1	-1	///	-1	+1	+1
34	+1	+1	+1	+1	0	///	+1	+1	+1	+1	+1	+1	///	+1	+11
44	+1	+1	+1	+1	-1	-1	///	-1	-1	-1	-1	-1	-1	///	-4

Marcel Postic, Tilagone G. (1968b). L'étude de conception. *Le Cours Industriel*. 1, 7-10. (p. 9).

### 8.39.8 Solution proposée



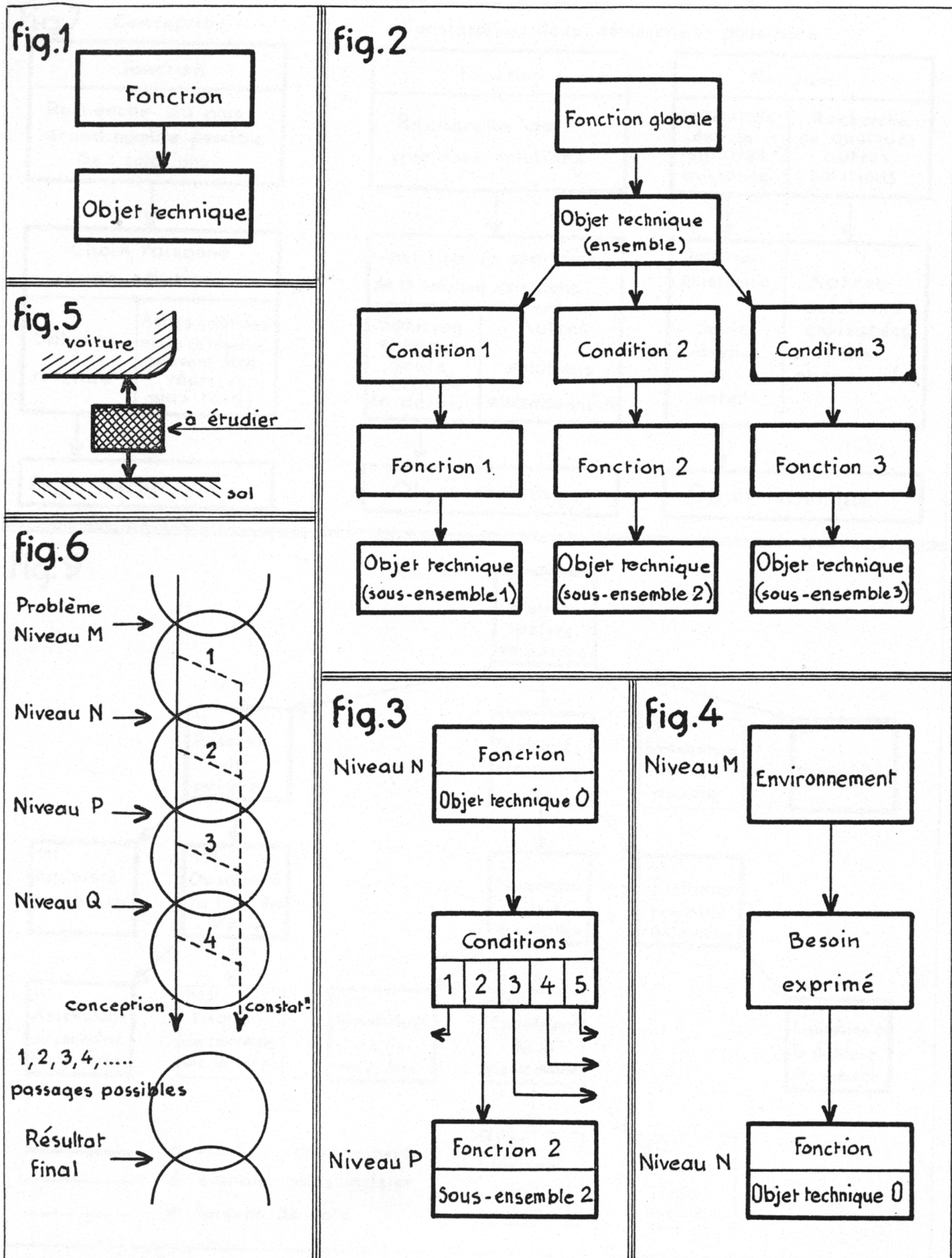
### 8.40 Apparition de l'usage d'un verbe d'action à l'infinitif pour représenter une fonction



Marcel Postic, Tilagone G. (1968b). L'étude de conception. *Le Cours Industriel*. 1, 7-10. (p. 10 et 8).

## 8.41 Présentation de la méthode d'étude de constatation ou de conception d'un objet à l'aide d'organigrammes (12 figures)

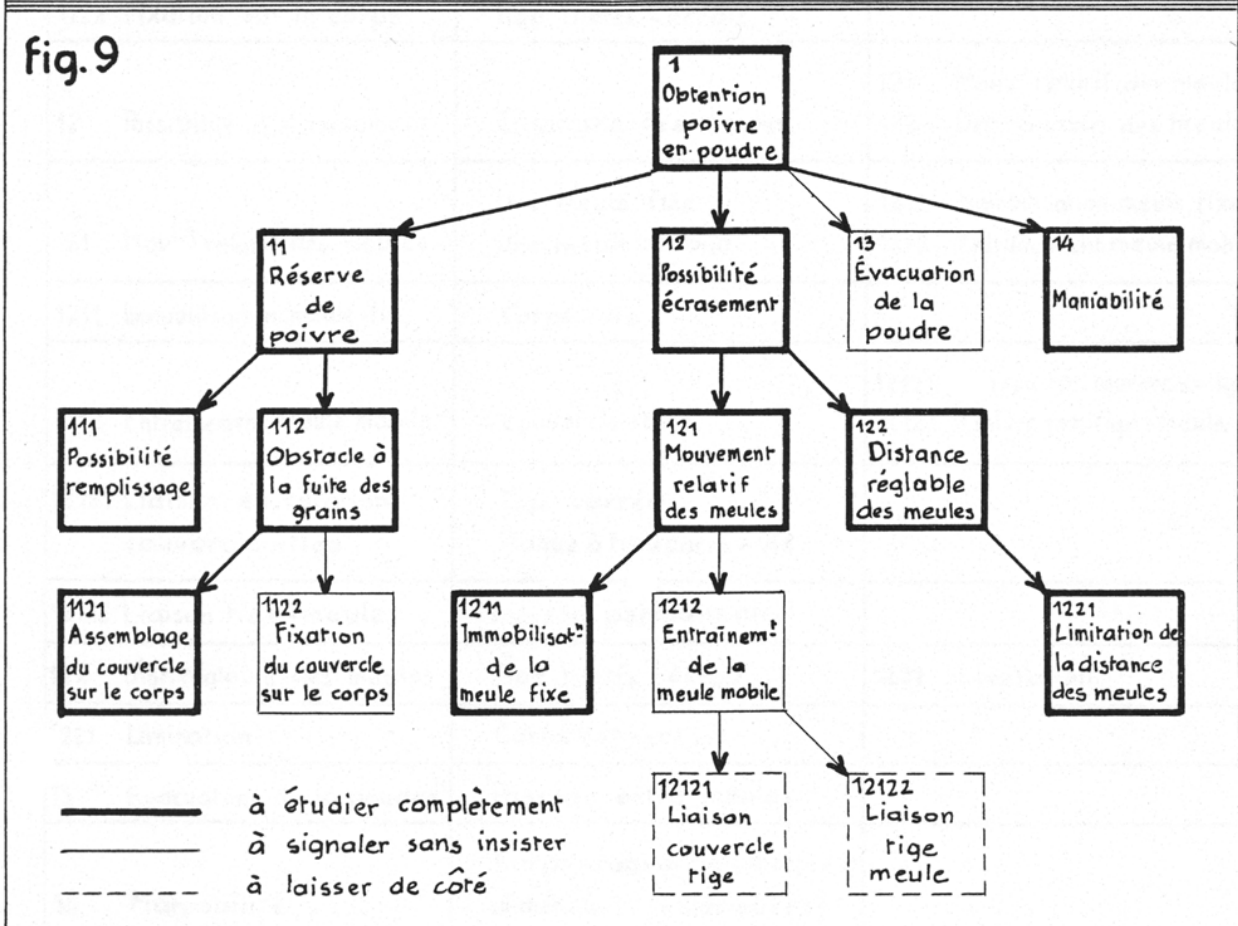
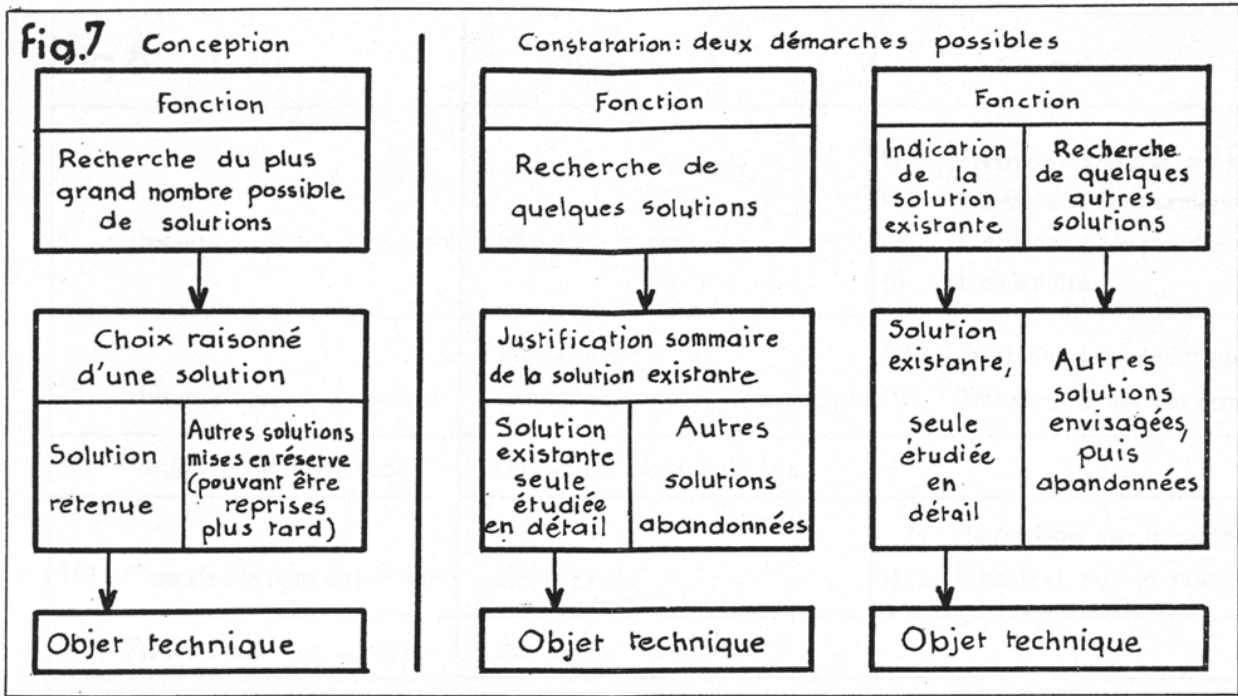
### 8.41.1 Figures 1 à 6



Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31. (p. 27).



8.41.2 Figures 7 et 9 (figure 8, Cf. infra)



Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31. (p. 28).

### 8.41.3 Figure 8

fig.8	Fonction	Objet technique	Conditions
1	Obtention poivre en poudre	Moulin à poivre	11 Présence réserve de poivre 12 Possibilité d'écrasement 13 Évacuation de la poudre 14 Maniabilité
11	Présence réserve de poivre	Réservoir (ensemble corps-couvercle)	111 Possibilité de remplissage 112 Obstacle à la fuite des grains
111	Possibilité de remplissage	Ouverture dans le corps	
112	Obstacle à la fuite des grains	Couvercle	1121 Assemblage sur le corps 1122 Fixation sur le corps
1121	Assemblage sur le corps	Surfaces de contact	
1122	Fixation sur le corps	Tige filetée - écrou	
12	Possibilité d'écrasement	Ensemble des meules	121 Mouv <sup>l</sup> relatif des meules 122 Dist.réglable des meules
121	Mouv <sup>l</sup> relatif des meules	Une meule fixe Une meule mobile	1211 Immobilisation meule fixe 1212 Entraînement meule mobile
1211	Immobilisation meule fixe	Corps - vis	
1212	Entraînement meule mobile	Couvercle - tige	12121 Liaison rot. couvercle - tige 12122 Liaison rot. tige - meule
12121	Liaison en rotation couvercle - tige	Tige carrée Plaque à trou carré - vis	
12122	Liaison tige - meule	Liaison permanente	
122	Dist.réglable des meules	Tige filetée - écrou	1221 Limitation
1221	Limitation	Corps - étrier - vis	
13	Évacuation de la poudre	Passage entre meules	
14	Maniabilité	Corps - couvercle (formes et dimensions extérieures)	

Ribérol Jean (1968). Dessin et technologie. Dessin et technologie (suite). *Le Cours Industriel*, 1, 26-31. (p. 29).

## 8.41.4 Figures 10 à 12

fig.10

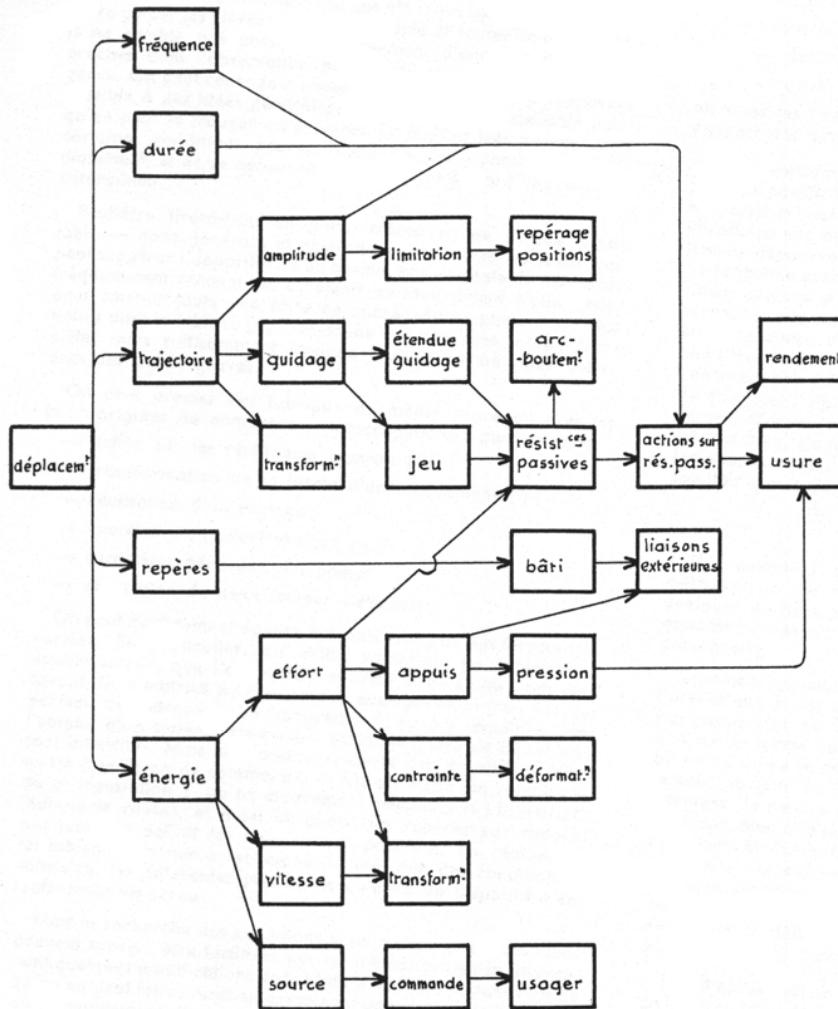
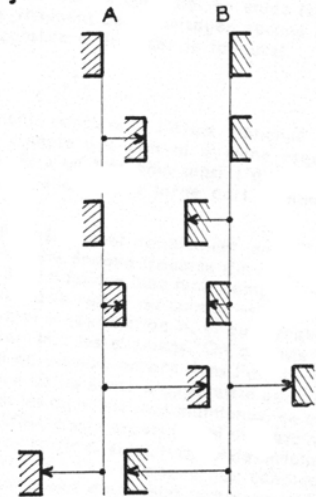


fig.11

		vis			
		R	T	H	O
écrou	R				
	T				
	H				
	O				

fig.12



Comme en général on se propose d'arriver à la représentation (1) d'une pièce ou d'un groupe de pièces appartenant à l'ensemble, on trouve tout naturellement les règles suivantes :

— on a le droit de n'étudier que superficiellement (et peut-être même de négliger complètement) les branches qui n'aboutissent pas à la pièce (ou au groupe de pièces) à représenter ; cette idée a déjà été signalée ; là encore on s'éloigne de l'étude de conception ;

— la même pièce pourra souvent être atteinte par plusieurs branches différentes, qu'il faudra alors toutes explorer. Comme il est impossible de savoir d'avance si tel est le cas, le professeur préparant sa leçon est tenu de faire l'analyse technologique absolument complète pour pouvoir s'en rendre compte.

A titre d'exemple, l'étude d'un moulin à poivre de table devant aboutir au dessin du corps (tracé des coupes, demi-coupes, raccordements...) pourrait, pour l'essentiel, se dérouler suivant

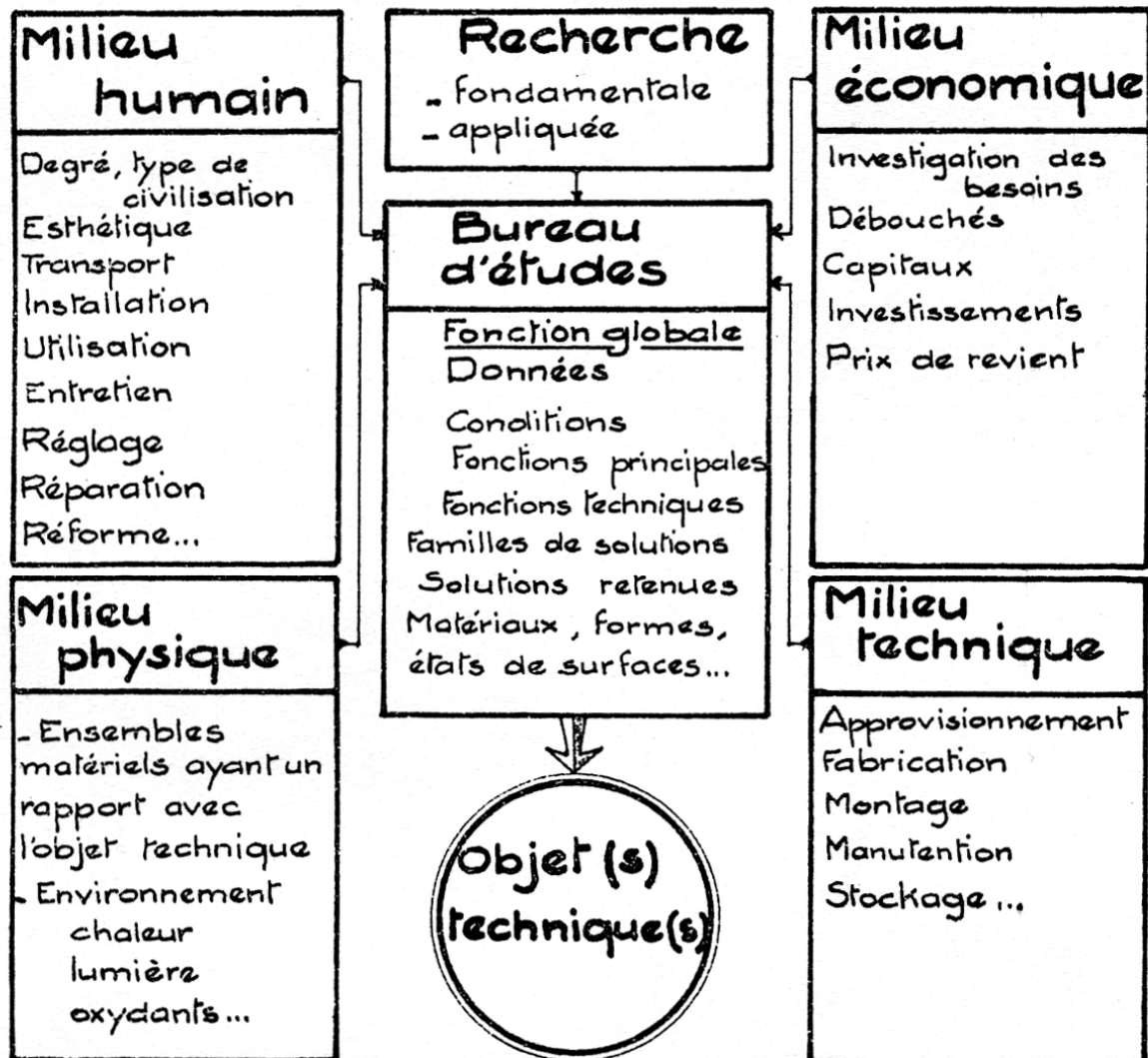
(1) C'est en effet un problème de dessin qui est à l'origine de l'étude.

les indications du tableau (fig. 8), et l'arbre renversé correspondant serait celui de la figure 9, où apparaissent des rameaux qu'il faut suivre jusqu'au bout, d'autres dont on peut se contenter de signaler l'existence, d'autres enfin dont on peut ne pas parler. On verra en outre qu'à la fin de l'étude, toutes les formes fonctionnelles du corps ont pu être évoquées, ce qui facilitera la réalisation du dessin.

\*\*

La recherche des conditions, à tous les niveaux du raisonnement, présente quelques difficultés et doit être préparée avec le plus grand soin. Une première difficulté tient à ce que les conditions peuvent être énoncées sous différentes formes. Des formes d'énoncé différentes peuvent donner à la recherche des orientations différentes, et conduire à des groupes de solutions différentes. En étude de constatation cependant, la recherche doit aller vers la solution existante ; elle doit faire apparaître en particulier les sous-ensembles sur lesquels on désire insister ; elle est donc guidée.

## 8.42 Détail des milieux associés à l'objet technique



- L'objet technique. Milieux associés

Canonge Fernand, Duceil René (1969). *La pédagogie devant le progrès technique*. Paris : PUF. (p. 88).

## 8.43 Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques 1962 et 1966

### 8.43.1 Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques 1962

	2 <sup>de</sup>	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les trois ans
Dessin technique	4 h	4 h	4 h	12h
Technologie des fabrications mécaniques	1 h	1 h	1 h	3 h
Technologie professionnelle générale	1 h	1 h	8 h	10 h
Technique pratique	12 h	7 h	-	19 h
Total hebdomadaire	18 h	13 h	13 h	44 h

### 8.43.2 Horaires hebdomadaires des matières techniques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat T) 1966

	2 <sup>de</sup>	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les trois ans
Dessin technique	4 h	4 h	4 h	12 h
Technologie des constructions				
Travaux pratiques de technologie de construction	1 h	2 h	1 h 30	4 h 30
Technologie des fabrications mécaniques	1 h	2 h	1 h 30	4 h 30
Travaux pratiques des fabrications mécaniques	6 h	4 h	4 h	16 h
Total hebdomadaire	12h	12h	11 h	35 h

## **8.44 Liste des grandes écoles auxquelles le concours spécial en faveur des élèves de l'enseignement technique ouvre accès**

### **Établissements relevant du ministère de l'Éducation nationale**

École centrale des arts et manufactures.

École centrale lyonnaise.

École nationale supérieure de chimie de Paris.

École nationale supérieure d'électrochimie et d'électrométallurgie de Grenoble.

École nationale supérieure d'électrotechnique, d'hydraulique et de radio-électricité de Grenoble.

École nationale supérieure d'électricité et de mécanique de Nancy.

École nationale supérieure des industries chimiques de Nancy.

École nationale supérieure de mécanique de Nantes.

École nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique de Poitiers.

École nationale supérieure de chimie de Strasbourg.

École nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique et d'hydraulique de Toulouse.

École nationale supérieure de la métallurgie et de l'industrie des mines de Nancy.

École nationale supérieure de chimie de Bordeaux.

École nationale supérieure de chimie de Toulouse.

École nationale supérieure de chimie de Lille.

École nationale supérieure de chimie de Montpellier.

École nationale supérieure de chimie de Rennes.

École française de papeterie de Grenoble.

### **Établissements relevant du ministère des armées.**

École polytechnique.

École nationale supérieure du génie maritime (élèves libres).

École nationale supérieure de l'aéronautique (élèves libres).

### **Établissement relevant du ministère des travaux publics et des transports.**

École nationale des ponts et chaussées.

### **Établissements relevant du ministère de l'industrie.**

École nationale supérieure des mines de Paris

École nationale supérieure des mines de Saint-Etienne.

### **Établissement relevant du ministère des postes et télécommunications.**

École nationale supérieure des télécommunications.

Arrêté du 22 février 1962. BO n° 11 du 12 mars 1962, p. 881. Liste des écoles d'ingénieurs auxquelles un concours spécial de recrutement organisé en faveur des élèves de l'enseignement technique ouvre accès.

### **Liste complémentaire**

École supérieure d'optique de l'institut d'optique théorique et appliqué de Paris : arrêté du 23/11/62.

École nationale supérieure de chronométrie et de micromécanique de Besançon : arrêté du 27/05/68.

Institut industriel du Nord de la France, à Lille : arrêté du 18/06/69.

École d'ingénieur de Marseille : arrêté du 13/01/71.

École spéciale des travaux publics du bâtiment et de l'industrie : arrêté du 16/11/71.

## 8.45 Horaires des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) 1967

	Mathém.		Sc. phys.		Sc. biol.		Franc. (1)	L. V. (1) et (2)		Dessin ind. arch. const. (3)	Dessin d'imitation	Histoire Géographie	Tech. et trav. d'at.	Éducation physique	Total
	Cours	T. P.	Cours	T. P.	Cours	T. P.									
								I	II						
E.N.A. 2 .....	8	1	6	2	5 + ½ (4)	3	2	2		1		1		2	33
N.S.E. 2 - I.N.A. 2	8	1	7	2	5 + ½	3	2	2		1		1		2	34
I.N.A. I - E.N.S.A. I	8	1	6	2	5	3	2	2		1		1		2	33
Saint-Cyr (Sciences) 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> années	9	1	9 (5)	2			3	3	1,30 fac.			4 (6)	0,30 fac. (7)	2	33
Cl. pr. à l'E.N.S.A.M. et écoles assimilées	11	2	7	2			2	2		4			4	2	36
Écoles vétérinaires	2		10	4	9	4	3							2	34
H.E.C. ....	7	1					4 ½ (8)	3 ½	2 ½			6		2	26 ½
E.N.S.E.T. - B					mécanique										
2 <sup>e</sup> année .....	12		6		2		2	2		6			2+1 (9)	2	35
1 <sup>re</sup> année .....	10		6	2	2		2	2		6			2+1 (9)	2	35

(1) Dédoublément à plus de 50 élèves.  
 (2) 1 heure hebdomadaire peut être attribuée pour l'étude d'une langue facultative. Cet horaire peut être porté à 1 h 30 pour les candidats à Saint-Cyr, sous réserve que les cours groupent au moins dix candidats.  
 (3) Les jeunes filles se destinant à l'enseignement en sont dispensées.  
 (4) Demi-heure supplémentaire autorisée pour les candidats à l'école nationale supérieure de géologie de Nancy sous réserve d'un groupe de plus de 5 élèves préparant à cette école.  
 (5) 6 heures de sciences physiques - 3 heures de chimie.  
 (6) 2 heures d'histoire - 2 heures de géographie.  
 (7) 2 heures par mois.  
 (8) Culture et sciences humaines.  
 (9) 2 heures de technologie - 1 heure d'atelier.

### Horaires des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques

	Mathém.		Sc. phys.		Sc. biol.		Franc. (1)	L. V. (1) et (2)		Dessin ind. arch. const. (3)	Dessin d'imitation	Éducation physique	Total
	Cours	T. P.	Cours	T. P.	Cours	T. P.							
								I	II				
Math. spéciales A .....	12	2	7	2			2	2		2+2		2	31 + 2
Math. spéciales A' .....	14	2	7	2			2	3		2	1	2	35
Cl. pr. techniques ou concours spécial : 2 <sup>e</sup> années .....	14	2	7	2			2	2		4		2	35
1 <sup>re</sup> années .....	12	2	9	2			2	2		4		2	35
Math. spéciales B .....	9	2	10 ½	4 ½			2	2		1 (6)		2	33
Math. spéciales B' .....	9	3	10 ½	4 ½			2	2	2	1 (6)		1	35
Math. supérieures .....	12	2	6 (4)	3			2	2		2	1 (5)	2	30 + 1

(1) Dédoublément à plus de 50 élèves.  
 (2) 1 heure hebdomadaire peut être attribuée pour l'étude d'une langue facultative.  
 (3) 2 heures supplémentaires autorisées pour les seules classes comptant un groupe supérieur à 5 élèves préparant l'école centrale des arts et manufactures ou l'école navale.  
 (4) Les jeunes filles se destinant à l'enseignement en sont dispensées.  
 (5) 1 heure hebdomadaire facultative ou 2 heures tous les 15 jours.  
 (6) Pour éviter des pertes de temps au foyer une séance de 2 heures tous les 15 jours.  
 (7) Plus 16 heures annuelles facultatives pour l'enseignement du programme complémentaire d'optique.

Circulaire n° IV-67-254 du 7 juin 1967. BO n° 25 du 22 juin 1967, p. 1539. Organisation des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques « 1967-1968 ».

## 8.46 Liste des lycées où sont ouvertes des classes préparatoires aux Écoles nationales d'ingénieurs Arts et Métiers (ENIAM) 1962

Etablissement possédant une classe préparatoire	E.N.I.A.M. de rattachement	CIRCONSCRIPTION de recrutement : a) des classes préparatoires ; b) des écoles.
L.T. municipal d'Aix. L.T. municipal de Grenoble. L.T.E. de Marseille. L.T. nationalisé de Nîmes. L.T.E. du Parc Impérial à Nice. L.T.E. de Voiron. L.T. d'Alger.	AIX	CIRCONSCRIPTION I Académie d'Aix. Académie de Grenoble. Académie de Montpellier.
L. nationalisé Chevrollier (section technique) à Angers. L.T. nationalisé de Brest. L.T.E. du Mans. L.T.E. de Nantes. L.T.E. de Versailles. L.T.E. de Vierzon.	Angers	CIRCONSCRIPTION II Académie de Caen (moins la Seine-Maritime). Académie de Nantes. Académie d'Orléans. Académie de Rennes et le département de Seine-et-Oise.
L.T. municipal de Bordeaux. L.T.E. de Limoges. L.T.E. de Montluçon. L.T.E. de Tarbes. L.T.E. de Thiers. L.T.E. de Toulouse.	Bordeaux	CIRCONSCRIPTION III Académie de Bordeaux. Académie de Clermont. Académie de Poitiers. Académie de Toulouse.
L.T.E. de Nancy. L.T. nationalisé de Reims. L.T. nationalisé de Strasbourg.	Châlons-sur-Marne	CIRCONSCRIPTION IV Académie de Nancy. Académie de Reims (moins l'Aisne et les Ardennes). Académie de Strasbourg.
L.T.E. de Belfort. L.T.E. de Chalon-sur-Saône. L.T. nationalisé de Cluny. L.T. nationalisé de Dijon. L.T.E. « La Martinière » à Lyon. L.T.E. de Saint-Etienne.	Cluny	CIRCONSCRIPTION V Académie de Besançon. Académie de Dijon. Académie de Lyon.
L.T.E. d'Armentières. L.T. municipal « Baggio » à Lille. L.T.E. de Valenciennes.	Lille	CIRCONSCRIPTION VI Académie de Lille plus les départements de l'Aisne et des Ardennes, de l'Oise, de la Seine-Maritime et de Seine-et-Marne.

Le département de la Seine qui comprend huit classes préparatoires ouvertes respectivement dans les établissements suivants :

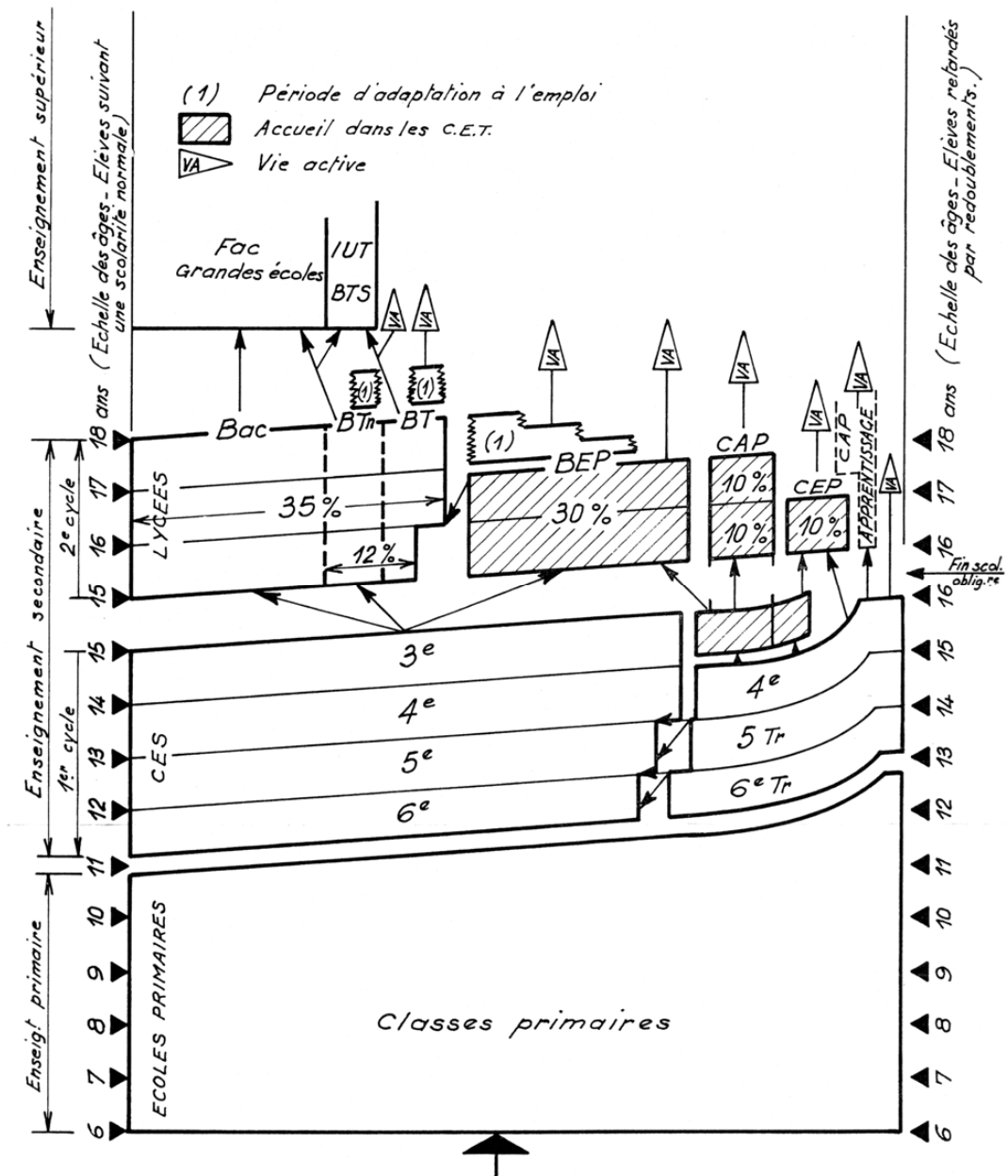
**à Paris :** L.T.E. du bd Raspail  
L.T. municipal Dorian  
Sections Techniques des Lycées : Arago  
Chaptal  
J.-B. Say  
Turgot  
Voltaire

**en banlieue :** L.T.E. de Clichy,  
constitue une circonscription particulière.

Circulaire du 23 mai 1962. RM/F n° 22 du 28 mai 1962, p. 1923. Inscription des élèves dans les classes préparatoires aux ENIAM.



## 8.47 L'organisation scolaire à l'horizon 1970



Dufour Charles (1969). L'enseignement de l'électronique dans les Instituts universitaires de technologie. *Technique Art Science*, 10, 12-22. (p. 13).

## **8.48 La liste des sections de l'École normale supérieure de l'enseignement technique (ENSET) 1961**

Section A'1 : mathématiques.

Section A''1 : physique.

Section A'''1 : chimie.

Section A 2 : chimie physiologie.

Section A' 2 : sciences appliquées à l'économie domestique.

Section B 1 : construction et mécanique (industries mécaniques).

Section B 2 : construction et mécanique (industries du bâtiment).

Section C : dessin et arts appliqués.

Section D : sciences et techniques économiques.

Section E : français.

Section F : langues vivantes.

Section G : histoire, géographie.

Arrêté du 11 janvier 1961. RM/F n° 5 du 30 janvier 1961, p. 415. Liste des sections de l'École normale supérieure de l'enseignement technique.

## 8.49 Épreuve du concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) B1 - 1959

### Section B 1. — CONSTRUCTION ET MÉCANIQUE.

(Industries mécaniques.)

ART. 23. — Les candidats doivent être titulaires de quatre certificats :

- 1° Certificat de mathématiques et mécanique ;
- 2° Certificat de construction générale ;
- 3° Certificat de mécanique appliquée (construction mécanique) ;
- 4° Certificat de construction spécialisée en mécanique.

La nature des épreuves et le programme de ces quatre certificats sont fixés par arrêté ministériel.

ART. 24. — Les épreuves de la partie théorique et de la partie pratique comportent :

#### A. — Partie théorique.

Nature des épreuves	Durée	Coefficient
Epreuves écrites		
1. Mécanique .....	4 heures	4
2. Construction (avant-projet) .....	8 heures	6
Epreuves orales		
1. Exposé de technologie (préparation : durée à fixer par le jury) .....	A fixer par le jury	2
2. Interrogation de mécanique (préparation : une demi-heure) .....		2
3. Epreuve d'atelier .....		1

#### B. — Partie pratique.

Nature des épreuves	Durée	Coefficient
1. Au choix du président du jury : leçon de dessin de construction ou de technologie faite en présence d'élèves .....	A fixer par le jury	3
<p>A l'issue de la leçon, le candidat pourra être invité à présenter des corrections de travaux d'élèves.</p>		
2. Leçon de mécanique faite en présence d'élèves ou sans élèves suivant des modalités fixées par le président du jury.		2
<p>Cette leçon sera suivie d'un entretien avec le jury portant sur des problèmes généraux de l'éducation et sur l'organisation de l'enseignement technique .....</p>		1
3. Au choix du candidat et sous réserve de l'accord du président du jury : présentation d'un matériel d'enseignement ou d'une documentation constituée à des fins pédagogiques ou d'un travail expérimental personnel .....		2
4. Rapport de stage pratique d'initiation à la vie des entreprises .....		2

Arrêté du 30 septembre 1959. RM / F n° 22 du 16 novembre 1959, p. 2919. Modalités d'obtention des certificats exigés pour l'accès du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique — section B1 — Construction et mécanique « industrie mécanique ».

## 8.50 Épreuves et programmes de la division industrielle du concours de recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques (CFPTA-LT)

NATURE DES EPREUVES	DUREE	COEFFICIENT
<i>Epreuves du concours.</i>		
1 <sup>re</sup> série. — Epreuves écrites :		
1. Composition française sur un sujet d'ordre général .....	4 heures.	2
2. Mathématiques et sciences appliquées .....	3 heures.	2
3. Dessin technique .....	4 heures.	2
2 <sup>e</sup> . série. — Epreuves orales :		
a) Lecture de dessin d'après un ensemble (préparation : 30 minutes) .....	30 minutes.	2
b) Technologie de construction (préparation : 30 minutes) .....	30 minutes.	2
<i>Epreuves de sélection professionnelle.</i>		
1 <sup>re</sup> série. — Epreuves écrites :		
1. Composition française sur un sujet d'ordre général .....	4 heures.	1
2. Mathématiques et sciences appliquées .....	3 heures.	1
3. Dessin d'outillage .....	4 heures.	1
<i>Epreuves pratiques :</i>		
4. Epreuves pratiques. Ces épreuves pourront comporter soit un contrôle de l'aptitude à conduire, régler les matériels d'atelier de la spécialité choisie, soit des essais et mesures sur ces matériels .....	6 heures.	2
2 <sup>e</sup> série. — Epreuves orales :		
a) Lecture de dessin d'après un ensemble (préparation : 30 minutes) .....	30 minutes.	2
b) Technologie de construction (préparation : 30 minutes) .....	30 minutes.	3
Cette épreuve sera suivie d'un entretien avec le candidat sur un sujet technique de la spécialité choisie.		

Arrêté du 8 avril 1965. BO n° 17 du 6 mai 1965, p. 1007. Recrutement des élèves professeurs des centres de formation des professeurs techniques adjoints des lycées techniques.

### **8.51 Les spécialités industrielles des professeurs techniques adjoints des lycées techniques (PTA-LT)**

1. Fabrications mécaniques.
2. Mécanique et électricité automobile.
3. Forge et serrurerie.
4. Modèlerie (pour la fonderie).
5. Électricité industrielle.
6. Radio-électricité.
7. Métaux en feuilles (exemple : chaudronnerie des tôles minces).
8. Maçonnerie.
9. Menuisiers ébénistes et menuisiers charpentiers.
10. Matières plastiques.
11. Couverture (de bâtiment).
12. Horlogerie.
13. Mécanique de précision.

Géminard Lucien (1971). Formation des professeurs des enseignements techniques et professionnels en Europe. Paris : INRDP. (p. 86).

**8.52 Épreuves du concours de la division des spécialités industrielles du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques (CAFPTA-LT) en 1966, révisé en 1969**

**8.52.1 Règlement de 1966**

NATURE DES EPREUVES	DUREE	COEFFICIENT
<i>A. — Epreuves écrites</i>		
1 <sup>o</sup> Composition de pédagogie générale ou de pédagogie appliquée .....	4 h	3
2 <sup>o</sup> Composition de mathématiques .....	2 h	2
3 <sup>o</sup> Composition de mécanique ou électricité .....	3 h	3
4 <sup>o</sup> Epreuve facultative de langue étrangère : version accompagnée d'une ou deux questions et thème de quelques phrases destiné à contrôler la syntaxe fondamentale .....	2 h	
<i>B. — Epreuves pratiques</i>		
5 <sup>o</sup> Gamme de fabrication d'un ensemble ou d'une pièce complexe tirée d'un ensemble .....	4 h	3
6 <sup>o</sup> Etude d'outillage nécessaire à la fabrication précédente :		
Cette étude comprend :		
Un dessin d'études .....	4 h	2
Un ou plusieurs dessins d'exécution .....		
7 <sup>o</sup> Exécution aux machines-outils d'une ou plusieurs pièces de dessin d'un petit ensemble .....	De 6 h à 12 h	5
<i>C. — Epreuves pédagogiques</i>		
8 <sup>o</sup> Leçon de technologie .....	55 mn	3
9 <sup>o</sup> Lancement d'une étude de fabrication ou d'une fabrication, ou d'un contrôle de fabrication, ou d'un essai de machine .....	55 mn	3

Arrêté du 28 juin 1966. BO n° 31 du 4 août 1966, p. 1726. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

## 8.52.2 Règlement de 1969

NATURE DES EPREUVES				Coefficients
Bureau des travaux	Fabrications mécaniques	Electricité	Electronique	
<i>A. — Epreuves écrites et pratiques de spécialité.</i>				
1° Mécanique statique et résistance des matériaux (durée : 4 h).	Mécanique statique et résistance des matériaux (durée : 4 h).	Electricité (durée : 4 h).	Electricité électronique (durée : 4 h).	3
2° Gamme de fabrication (durée : 4 h) . . . . .	Etude d'outillage (durée : 4 h).	Schémas (durée : 4 h).	Schémas (durée : 4 h).	3
3° Etude d'outillage (durée : 4 h) . . . . .	Exécution aux machines-outils d'une ou plusieurs pièces d'un petit ensemble (durée : 6 à 12 h).	Travaux pratiques d'électricité (durée : 6 h).	Etude et réalisation d'une maquette, mesures et essais (durée : 6 à 8 h).	4
<b>B. — Epreuve facultative de langue étrangère (toutes spécialités) : lecture d'un texte technique dont la compréhension sera contrôlée par un résumé en français et un court entretien en langue étrangère (préparation : 30 mn).</b>				
<b>C. — Epreuves pédagogiques (toutes spécialités) :</b>				
	5° Leçon de technologie (durée : 45 mn) suivie d'un entretien de 15 mn avec le jury . . . . .			5
	6° Lancement d'exercice de travaux pratiques à l'atelier ou en laboratoire ou d'un contrôle de fabrication ou d'un essai de machines (durée : 45 mn), suivi d'un entretien de 15 mn avec le jury, au cours duquel le candidat présentera un rapport écrit (30 mn lui seront accordées pour la rédaction de ce rapport . . . . .			5

Arrêté du 20 mai 1969. BOE.N. n° 24 du 12 juin 1969, p. 2103. Concours pour la délivrance du certificat d'aptitude aux fonctions de professeur technique adjoint dans les lycées techniques.

## 8.53 Programme des épreuves écrites de l'agrégation de mécanique des lycées (1968)

### Epreuve de mathématiques :

- Compléments d'analyse vectorielle ; notions sur le calcul tensoriel.
- Fonctions analytiques.
- Equations différentielles.
- Notions sur le calcul des variations.
- Opérateurs différentiels ; fonctions propres.
- Equations aux dérivées partielles du premier ordre et du second ordre (classification, problèmes aux limites).
- Fonctions spéciales.
- Calcul symbolique (transformation de Fourier et de Laplace).
- Probabilités et statistique.

### Epreuve de physique :

- Principe de la mécanique : théorèmes généraux de la dynamique des systèmes ; équations de Lagrange.
- Vibrations : systèmes à un degré de liberté ; oscillations libres et entretenues ; systèmes à plusieurs degrés de liberté ; fréquences propres et vibrations forcées ;
- Principe de la thermodynamique - Fonctions thermodynamiques - Machines thermiques.

### Epreuve de mécanique générale :

- Cinématique et déformation.
- Contraintes.
- Equations générales de mouvement d'un milieu déformable.
- Notions de rhéologie.
- Elasticité linéaire, exemples simples.
- Notions de plasticité.
- Notions de résistance des structures.
- Fluides réels.
- Approximation du fluide parfait.
- Exemples d'écoulements en fluide parfait incompressible, écoulement plan à potentiel des vitesses.
- Exemples d'écoulements en fluide visqueux isotherme.
- Notions de couche limite.
- Similitude.
- Problèmes simples d'écoulements en fluide compressible.

### Epreuve de mécanique appliquée :

- Cinématique plane et spatiale
  - Mécanismes de transformation de mouvement.
  - Engrenages et trains d'engrenages. Problèmes cinématiques de la taille et de la rectification des engrenages.
  - Cinématique des roulements.
- Propriétés de surface des matériaux. Problèmes de coupe et d'usinage.
  - Frottement, adhérence, grippage.
  - Mécanismes utilisant l'adhérence : freins, embrayages, variateurs.
- Problèmes généraux de la lubrification et de la stabilité des mécanismes.
  - Paliers hydrodynamiques - Paliers, butées et glissières hydrostatiques.
  - Paliers à roulements.
- Notions sur les transmissions hydrodynamiques de mouvements.

Arrêté du 8 novembre 1968. BO n°42 du 28 novembre 1968, p. 3114. Institution d'une agrégation : « mécanique » des lycées.



## 8.54 Épreuve de mécanique appliquée du concours de l'agrégation de mécanique des lycées (1969) et corrigé

**EXAMENS ET  
CONCOURS**

# AGRÉGATION DE MÉCANIQUE

**Session 1969**

## Composition de mécanique appliquée

par R. LE BORZEC,  
Professeur de construction  
Centre régional de l'E.N.S.A.M., Lille

Les dessins (fig. 1 et 2) représentent le sous-ensemble de commande d'une lame de faucheuse agricole. La fonction principale de ce mécanisme est de transformer un mouvement circulaire d'axe fixe  $xx'$  en un mouvement rectiligne alternatif d'axe perpendiculaire à  $xx'$  et non concourant.

Un schéma simplifié (schéma 1 sur figure 1) précise la position de ce sous-ensemble par rapport à la faucheuse : le mécanisme est enfermé dans un boîtier [6] assemblé avec [B'], éléments mobiles autour de  $xx'$  pour régler la position du plan de coupe de la lame [5] (depuis le plan horizontal jusqu'au plan vertical), réglage et blocage non représentés ; ce sous-ensemble est lié au bâti [B] de la faucheuse en deux points (deux paliers représentés comme pièces voisines) sur le côté de la machine. Ce mécanisme dont le dessin définit les solides [1] [2] [3] [6] comprend :

- une entrée : volant-poulie à courroie trapézoïdale claveté sur un arbre coudé [1], angle  $\alpha$ , animé d'un mouvement circulaire uniforme d'axe  $xx'$  ;
- un croisillon [2] réalisant deux articulations d'axes perpendiculaires ;
- une fourche [3] terminée par une manivelle et une masse d'équilibrage ;
- une bielle [4] ;
- la lame de coupe [5] guidée en translation et protégée par [B'] ;
- un boîtier [6] en deux parties assemblées.

Le travail comporte deux parties d'égale valeur notées 10 points et 10 points :

- une étude générale du mécanisme (sur copie)
- un projet de mécanisme modifié (sur calque)

### 1 — ETUDE (temps conseillé : 2 à 3 heures)

1-1 **Etablir un schéma** (en perspective) clair et soigné de ce mécanisme, préciser les liaisons et les axes de chaque solide (on se limitera au mécanisme parfait comprenant les solides [1] [2] [3], tous les axes sont parfaitement concourants en O) :

- étudier le mouvement (abscisse, vitesse angulaires) de la fourche [3] (Vitesse de [1] : 1200 tr/mn)
- en déduire le mouvement de la lame [5] si elle est reliée à la fourche [3] par une bielle [4] suivant le schéma 2 (sur fig. 1).

— étudier le mécanisme [1] [2] [3] bâti [6] [B] [B'] proposé, montrer qu'il est hyperstatique, proposer des solutions de modification des liaisons le rendant isostatique.

1-2 **Les imperfections de fabrication sont inévitables :**

- non concourance des deux axes de l'arbre coudé (distance :  $\delta$ , angle :  $\alpha$ )
- non concourance des deux axes du croisillon [2] (distance :  $\delta$ ; angle :  $\pi/2$ )
- parallélisme mais non coïncidence de l'axe de [3] et l'axe  $O_1YH_1$  (distance :  $\lambda$ ) ( $O_1$  centre du cercle de gorge de l'hyperboloïde décrit par l'axe de [1])
- montrer que des liaisons doivent permettre, en plus des rotations, des déplacements axiaux
- déterminer les expressions des abscisses angulaire ( $\theta_3$ ) et linéaire ( $\gamma_3$ ) de la fourche [3] en fonction de  $\theta_1$ ,  $\varepsilon$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$ ,  $\alpha$ , ... (un raisonnement sur les vitesses est accepté).

### 2 — DESSIN (temps conseillé : 3 à 4 heures) sur format A2 (420 × 594)

Représenter sur calque, au crayon, échelle 1, l'ensemble du **mécanisme modifié** isostatique destiné aux essais : durée des roulements, équilibrage statique, contraintes et fatigues des arbres [1] et [3] (la durée prévue est de l'ordre de 500 heures, vitesse d'entrée : 1200 tr/mn).

Ce travail est une esquisse soignée et lisible comportant les indications nécessaires : ajustements importants, nature des matériaux, type et nombre des organes de liaison. Le mécanisme à définir, à l'exception du boîtier [6] [B'] [B] est celui qui sera réalisé industriellement pour remplacer celui proposé sur le plan :

- les organes [1] [2] [3] sont à étudier avec soin dans le but d'en réduire le prix, d'assurer une fabrication aisée,
  - les guidages sont modifiés pour assurer les libertés nécessaires au fonctionnement correct (ne pas calculer les roulements, conserver les diamètres des portées),
  - un support mecano-soudé remplace le bâti [6] [B'] [B], aucun réglage d'orientation du plan de coupe de la lame [5] n'est à prévoir ; ce support guide les pièces [1] et [3] et assure la fixation de l'ensemble sur un plan horizontal
  - prévoir le graissage des roulements et l'étanchéité.
- Pour cet essai, on utilisera lame, guide lame, bielle existants ; ne pas étudier ces pièces.

Coupe A-A  
(après rotation de ① de 7½ autour XX')

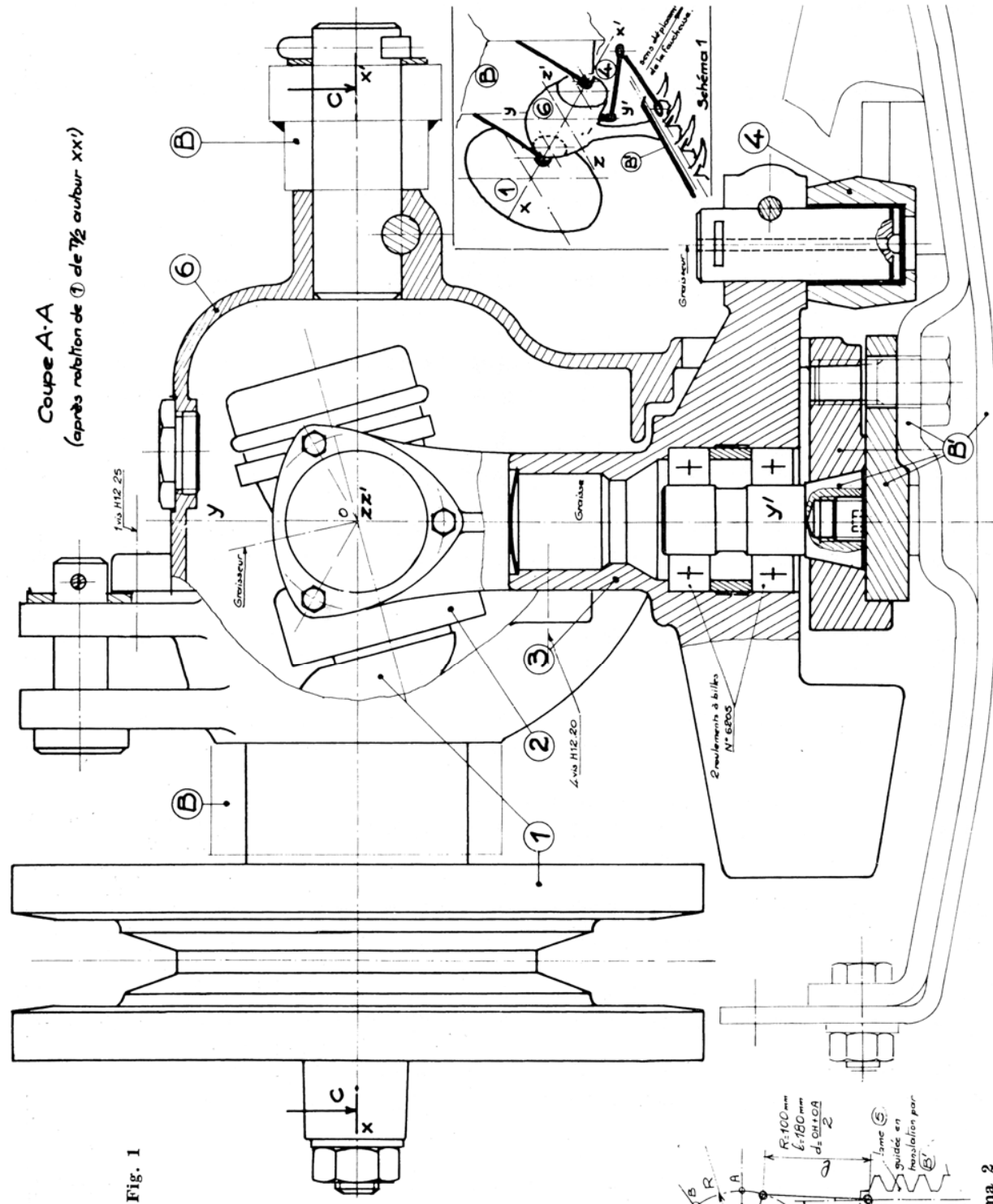


Fig. 1

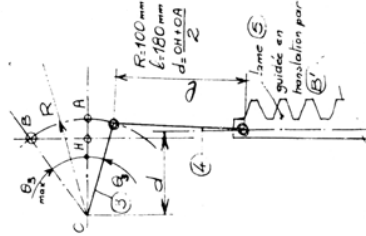


Schéma 2

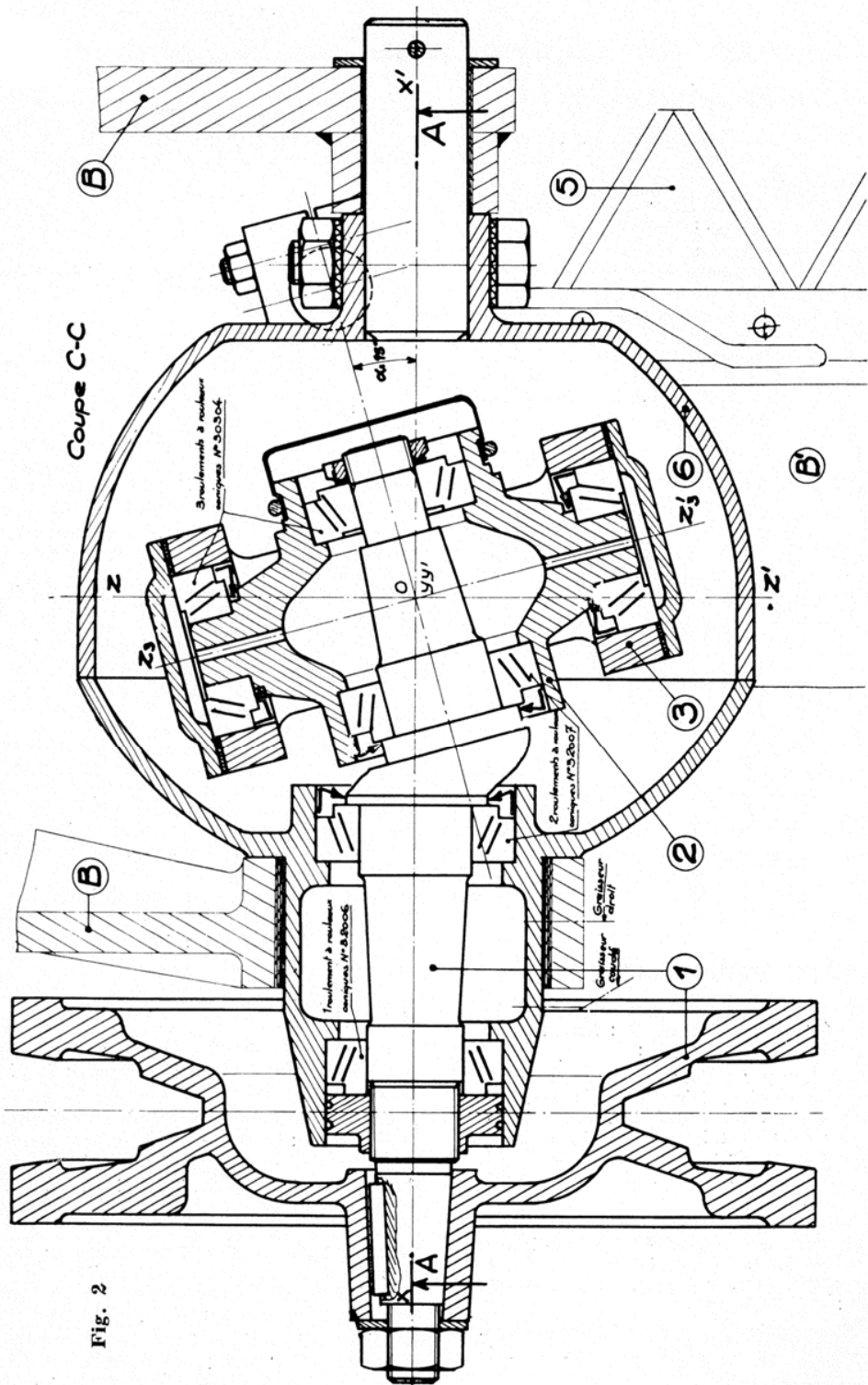


Fig. 2

Sous-ensemble de commande d'une lame de faucheuse agricole (Coupe A et Coupe C) Fig. 1 et 2

**Corrigé de l'analyse mécanique du système**

**1 — SCHEMA DU MECANISME (Fig. 3)**

Trois solides principaux sont assemblés entre eux et au bâti :

- [1] arbre moteur coudé :  
axe de rotation  $x'x$ , coudé  $t't$  ( $x'x, t't$ ) =  $\alpha$  = constante.  
point de concours  $O \in x'x \cap t't$ ;
- [2] croisillon portant deux axes :  
 $t't$  et  $u'u$  concourants et perpendiculaires;
- [3] arbre de sortie :  
axe de rotation  $y'y$  porte  $u'u$  concourant en O et perpendiculaire à  $y'y$ .

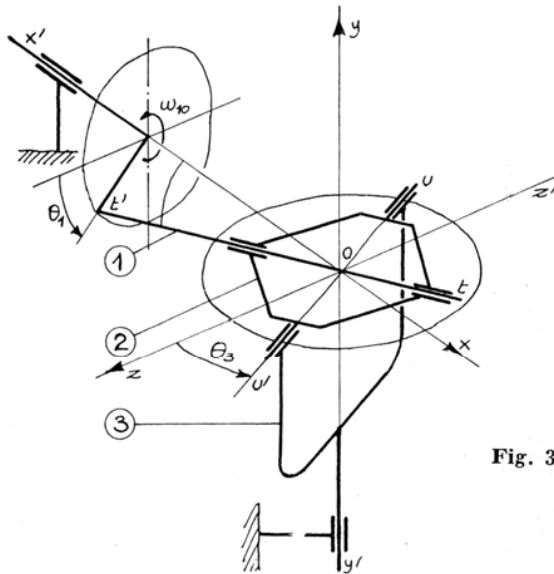


Fig. 3

**2 — ANALYSE DU MECANISME (Fig. 3)**

Tous les mouvements relatifs sont des rotations, tous les axes de rotation sont concourants en O : nous sommes en présence d'un mécanisme sphérique :

chaque pièce est définie par trois paramètres (positions angulaires), chaque assemblage laisse un seul degré de liberté (rotation) ; le degré de liberté du mécanisme est  $(3 \times 3 + (-2) \times 4) = 1$  puisque  $l_{10} = l_{12} = l_{23} = l_{30} = (-2)$  ; il est possible d'obtenir une relation  $\theta_3 = f(\theta_1)$ . L'analyse du mécanisme réel conduit à des résultats différents :

— une fabrication au prix minimal ne permet pas d'assurer la concourance des axes (impossibilité de réalisation et de contrôle), il faut tolérer une certaine erreur sur la distance des axes : ( $x'x, t't$ ) sur [1] ; ( $t't, u'u$ ) sur [2] ; ( $uu', yy'$ ) sur [3] : soit  $(O \pm \Delta e)$

— les guidages prévus sur le dessin sont réalisés par roulements à rouleaux coniques en ce qui concerne les liaisons :  $l_{1B}, l_{12}, l_{23}$ .

Ce type de roulement introduit dynamiquement trois inconnues forces :  $F_{ax}, F_{ry}, F_{rz}$  ou, cinématiquement trois

équations de liaison :  $x_o, y_o, z_o$ ; c'est une liaison du type (-3) ; chaque liaison est constituée par 2 roulements montés en opposition, soit :

$$\begin{aligned} (-3) \times 2 &= (-6) \\ l_{1B} = l_{12} = l_{23} &= (-6); \end{aligned}$$

la liaison entre 3 et le boîtier ou bâti est à interpréter car, s'il y a 2 roulements à billes ces roulements assurent une liaison du type (-4) (ou 2 anneaux :  $F_{ry}, F_{rz}$ ) si les bagues intérieures ou extérieures sont montées avec jeu ; du type (-5) (1 anneau :  $F_{ry}, F_{rz}$  ; un anneau et butée axiale :  $F_{ax}, F_{ry}, F_{rz}$ ) si l'un des deux roulements a ses deux bagues montées avec serrage ; du type (-6) si les deux roulements sont montés avec serrage sur les deux bagues.

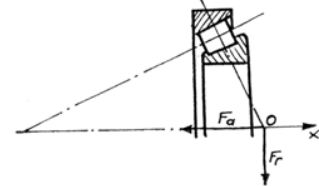


Fig. 4

Nous obtenons le système : trois pièces ;  $3 \times 6 = 18$  paramètres à définir ou équations dynamiques ( $[A] = [Fe]$ ) Quatre liaisons :  $l_{1B} + l_{12} + l_{23} + l_{3B} = (-6) \times 3 + l_{3B}$  soit suivant les valeurs de  $l_{3B}$  :  $\Sigma l_i = -22$  ou  $-23$  ou  $-24$

$$\begin{aligned} 18 + (-22) &= (-4) \\ \gg + (-23) &= (-5) \\ \gg + (-24) &= (-6) \end{aligned} \quad \text{le mécanisme est nettement hyperstatique.}$$

**En conclusions :**

- si les erreurs de non concourance sont faibles ( $\Delta e \approx 0$ ), si les alésages et portées recevant les bagues des roulements sont concentriques (même opération d'usinage sans démontage), le mécanisme fonctionne avec un degré de liberté ; le degré d'hyperstatisme de l'ensemble de (-5) à (-7) définit le nombre d'équations de déformations à établir ;
- si les erreurs sont importantes, le système ne fonctionnera pas ;

On peut rechercher des solutions rendant le système isostatique :

$$\begin{aligned} I &= \alpha \\ 6p + \Sigma l_i &= 1 \\ I &= 1 \end{aligned}$$

avec p : nombre de pièces :  $p = 3$  ;  $6p = 18$  et a : nombre de liaisons :  $a = 4$  ;  $l_1$  : degré de la liaison  $\Sigma l_i = -17 = l_{1B} + l_{12} + l_{23} + l_{3B}$ .

Il est possible de trouver plusieurs solutions par exemple :  $l_{1B} = (-5)$  ;  $l_{12} = l_{23} = l_{3B} = (-4)$  ou  $l_{1B} = l_{12} = l_{23} = (-5)$  ;  $l_{3B} = (-2)$

C'est une analyse rapide, à compléter par une étude dynamique ou cinématique pour définir correctement chaque liaison ;

Le choix  $l_{1B} = (-5)$  est technologique ; l'un des organes du mécanisme doit assurer la position de l'ensemble, la pièce [1] est choisie pour remplir cette fonction car elle reçoit la puissance par un système poulie-courroie ;

Les liaisons  $l_{12} = l_{23} = l_{3B} = (-4)$  sont des verrous cylindriques (démontré plus loin) ; l'autre solution :  $l_{12} = l_{23} = (-5)$  sont des couples rotoïdes ;  $l_{1B} = (-2)$  est une articulation sphérique glissante (Voir croquis ci-joint par exemple) : en O :  $F_{ry}, F_{rz}$ .

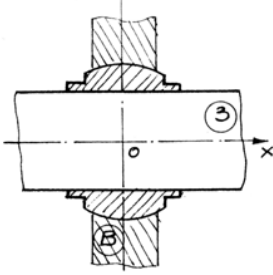


Fig. 5

Il est à noter qu'un couple rotoïde du type (-5) peut être réalisé par l'emploi de deux roulements à rouleaux coniques montés en opposition; à condition que les alésages et portées soient concentriques (réalisable en usinage) et qu'un réglage axial permette d'obtenir le jeu indispensable, l'hyperstaticité de degré 1 peut être étudiée et  $1 = (-5)$ .

3 — ETUDE DU MOUVEMENT DANS LE CAS DU MECANISME PARFAIT (Fig. 6)

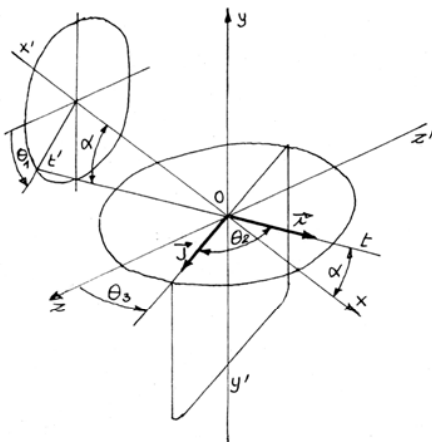


Fig. 6

soient  $o, x, y, z$  les axes fixes choisis; pièce [1], axe de rotation  $x'x'$ ; abscisse angulaire :  $\theta_1$

axe  $t't$  : vecteur unitaire  $i$  ; pièce [3] : axe de rotation  $y'y'$ ; abscisse angulaire :  $\theta_3$

axe  $u'u$  : vecteur unitaire  $j$  ; pièce de liaison [2] : axes  $t't$  et  $u'u$  ( $t't, u'u$ ) =  $\theta_2 = \pi/2$

équation fondamentale :  $i \cdot j = \cos \theta_2 = \text{cste}$

$$Z_5 = R \sin \theta_3 + l \sqrt{1 - \left[ \frac{R}{l} (\cos \theta_3 - 1 + \frac{\cos \theta_{3 \max}}{2}) \right]^2}$$

aux limites :  $\theta_3 = 0 \quad 1 - \frac{1 + \cos 15^\circ}{2} = \frac{1 - \cos 15^\circ}{2}$

$\theta_3 = 15^\circ \quad \cos 15^\circ - 1 + \frac{\cos 15^\circ}{2} = \frac{\cos 15^\circ - 1}{2}$  avec  $\cos 15^\circ = 0,966 \rightarrow |1 - \frac{\cos 15^\circ}{2}| \approx 10^{-2}$

le terme  $\left[ \frac{R}{l} (\dots) \right]^2$  est de l'ordre  $(\frac{100}{180} \cdot 10^{-2})^2 \approx (5 \cdot 10^{-3})^2 = 2,5 \cdot 10^{-5}$  négligeable devant 1

et 
$$\begin{cases} Z_5 = R \sin \theta_3 - l \\ Z'_5 = \theta'_3 R \cos \theta_3 \end{cases}$$

ici  $i \cdot j = 0$   

$$\vec{i} = \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \\ \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 \end{pmatrix}; \quad \vec{j} = \begin{pmatrix} \sin \theta_3 \\ 0 \\ \cos \theta_3 \end{pmatrix}$$

$\cos \alpha \cdot \sin \theta_3 - \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_3 = 0$

$\text{tg } \theta_3 = \text{tg } \alpha \cdot \cos \theta_1$

$$\theta'_3 = -\theta'_1 \frac{\text{tg } \alpha \cdot \sin \theta_1}{1 + \text{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \theta_1}$$

avec  $\theta'_1 = \omega_1 = \text{cste}$ .

Mouvement bielle-manivelle : manivelle OC sur la pièce [3] : rayon  $R = 100$  mm  
 bielle CD : pièce [4] : longueur :  $l = 180$  mm  
 coulisseau ou lame : [5] : axe  $Z_5 Z'_5$ .  
 Axes  $O, X, Y, Z$  fixes;  $(OX, OC) = \theta_3$

$\vec{OD} = \vec{OC} + \vec{CD}$   
 $\begin{cases} X_5 = R \cos \theta_3 - l \sin \gamma = d = \text{cste} \\ Z_5 = R \sin \theta_3 + l \cos \gamma \end{cases}$

$\sin \gamma = \frac{R \cos \theta_3 - d}{l}, \quad \cos \gamma = \frac{Z_5 - R \sin \theta_3}{l}$

$(R \cos \theta_3 - d)^2 + (Z_5 - R \sin \theta_3)^2 - l^2 = 0$   
 $Z_5^2 - 2RZ_5 \sin \theta_3 + (R^2 - 2Rd \cos \theta_3 + d^2 - l^2) = 0$

$$Z_5 = R \sin \theta_3 + \sqrt{l^2 - d^2 + 2Rd \cos \theta_3 - R^2 \cos^2 \theta_3}$$

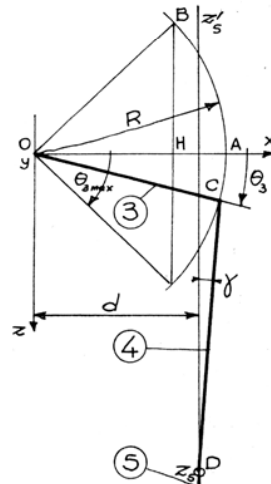


Fig. 7

Dans ce cas particulier  $\theta_3$  varie entre deux valeurs limites :  $\theta_{3 \max} = \pm \alpha = \pm 15^\circ$

$d$  est choisie telle que

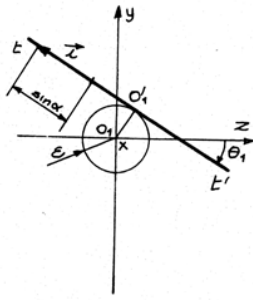
$$d = \frac{OA + OH}{2} = \frac{R}{2} (1 + \cos \theta_{3 \max})$$

d'où formule ci-dessous.

#### 4 — ETUDE DU SYSTEME ISOSTATIQUE

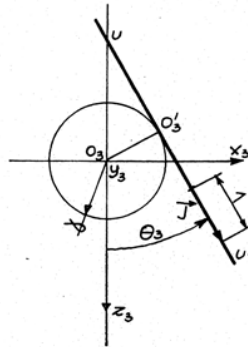
Avec  $l_{1B} = (-5)$  couple rotoïde et  $l_{12} = l_{23} = l_{3B} = (-4)$  verrous cylindriques. Système d'axes fixes :  $(O_1, x, y, z)$ .

Fig. 8



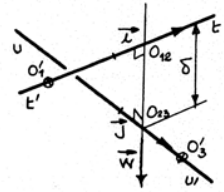
Pièce (1)

Fig. 9



Pièce (3)

Fig. 10



Pièce (2)

Pièce ①: axes  $(x', t')$ : angle  $\alpha = 15^\circ$ ; position: perpendiculaire commune  $O_1 O_1' = \varepsilon = cste$ .  
 $(t't)$  engendre un hyperboloïde de révolution  $(\varepsilon, \alpha)$  d'axe  $x' O_1 x$ ; en vue de gauche  $\vec{i}$  se projette sur  $ZO, Y$  suivant  $(\sin \alpha)$

Pièce ③: axes  $(y_3, Y_3, U'U)$ : angle  $\pi/2$ ; position: perpendiculaire commune  $O_3 O_3' = \delta = cste$ .  
 $(u'u)$  engendre un hyperboloïde de révolution  $(\delta, \pi/2)$  d'axe  $y_3 O_3 y_3$ , réduit à un plan; en vue de dessus  $\vec{j}$  se projette sur  $X_3 O_3 Z_3$  suivant (1).

Pièce ②: axes  $(t't, u'u)$  non concourants: angle  $= \theta_2 = \pi/2$ ; perpendiculaire commune:  $\overline{O_{12} O_{23}} = \delta$ .  
 en perspective:  $O_{12} O_{23} \perp t't$   
 $O_{12} O_{23} \perp u'u'$

ou encore  $\overline{O_{12} O_{23}} = \delta \vec{w}$  ( $\delta = cste$ )

avec  $\vec{w} = \vec{i} \wedge \vec{j}$   
 et  $\overline{O_1 O_{12}} = b \vec{i}$ ;  $\overline{O_{23} O_3} = c \vec{j}$

support  
 élastique

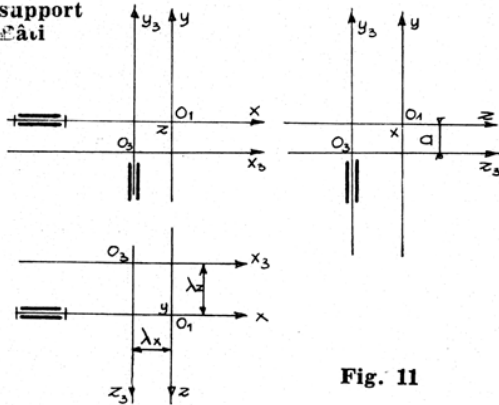


Fig. 11

axes  $X' O_1 X, Y_3 O_3 Y_3$ : position fixe: angle  $\pi/2$

distance:  $\vec{\lambda} = \vec{\lambda}_x + \vec{\lambda}_z$  valeurs constantes.

si la distance  $(\overline{O_3 O_1})$  projetée sur  $y$  vaut  $a$ , nous ne pouvons pas caractériser  $a$ , a priori.

Relations fondamentales:

$$\text{et } \begin{cases} \vec{O}_1 \vec{O}_1' + \vec{O}_1' \vec{O}_{12} + \vec{O}_{12} \vec{O}_{23} + \vec{O}_{23} \vec{O}_3' + \vec{O}_3' \vec{O}_3 + \vec{O}_3 \vec{O}_1 = \vec{0} \\ \vec{i} \cdot \vec{j} = 0 \end{cases}$$

La relation  $\vec{i} \cdot \vec{j} = 0$  se traite comme précédemment, dans le mécanisme parfait et aboutit à:  
 $\text{tg } \theta_3 = \text{tg } \alpha \cdot \cos \theta_1$ .

L'autre relation devient, avec:

$$\vec{O}_1 \vec{O}_1' = \begin{pmatrix} 0 \\ \varepsilon \cos \theta_1 \\ \varepsilon \sin \theta_1 \end{pmatrix}; \vec{O}_1' \vec{O}_{12} = b \vec{i} = \begin{pmatrix} b \cos \alpha \\ b \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \\ -b \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 \end{pmatrix}; \vec{O}_{12} \vec{O}_{23} = \delta \vec{w} \cong \delta \cdot \vec{i} \wedge \vec{j} = \delta \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \\ -\sin \alpha \cdot \cos \theta_1 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} \sin \theta_3 \\ 0 \\ \cos \theta_3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{O}_{12} \vec{O}_{23} = \begin{pmatrix} \delta \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \cos \theta_3 \\ -\delta \cos \alpha \cdot \cos \theta_3 - \delta \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 \sin \theta_3 \\ -\delta \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \sin \theta_3 \end{pmatrix}; \vec{O}_{23} \vec{O}_3' = c \vec{j} = \begin{pmatrix} c \sin \theta_3 \\ 0 \\ c \cos \theta_3 \end{pmatrix}; \vec{O}_3' \vec{O}_3 = \begin{pmatrix} -\delta \cos \theta_3 \\ 0 \\ \delta \sin \theta_3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{O}_3 \vec{O}_1 = \begin{pmatrix} \lambda_x \\ a \\ \lambda_z \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases}
-\delta + b \cos \alpha + \gamma \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \cdot \cos \theta_3 + c \sin \theta_3 - \gamma \cos \theta_3 + \lambda x = 0 \\
\varepsilon \cos \theta_1 + b \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 - \delta (\cos \alpha \cos \theta_3 + \sin \alpha \cos \theta_1 \sin \theta_3) + 0 + 0 + a = 0 \\
\varepsilon \sin \theta_1 - b \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 - \delta \sin \alpha \sin \theta_1 \sin \theta_3 + c \cos \theta_3 + \gamma \sin \theta_3 + \lambda z = 0
\end{cases}$$

Système de 3 équations à 3 inconnues ( $a, b, c$ )

$$\begin{cases}
+ b \cos \alpha + c \sin \theta_3 = -\delta \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \cdot \cos \theta_3 + \gamma \cos \theta_3 - \lambda x \\
+ b \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 + a = \delta (\cos \alpha \cos \theta_3 + \sin \alpha \cos \theta_1 \sin \theta_3) - \varepsilon \cos \theta_1 \\
- b \sin \alpha \cdot \cos \theta_1 + c \cos \theta_3 = \delta \sin \alpha \cdot \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_3 - \gamma \sin \theta_3 - \lambda z - \varepsilon \sin \theta_1
\end{cases}$$

Ces trois équations sont indépendantes et identifiées lorsque  $\theta_1$  varie ainsi que  $\theta_3 = f(\theta_1)$  chaque inconnue s'exprime donc en fonction de la variable  $\theta_1$  et des différents paramètres :  
 $b = f_1(\theta_1, \alpha, \varepsilon, \delta, \lambda, \gamma)$ ;  $c = f_2(\theta_1, \alpha, \varepsilon, \delta, \lambda, \gamma)$ ;  $a = f_3(\theta_1, \alpha, \varepsilon, \delta, \lambda, \gamma)$ .

Le système étudié est donc isostatique avec :

- 11B: couple rotoïde (liberté:  $\theta_1 = f(t)$ )
  - 112: verrou cylindrique (libertés:  $\theta_{12}, (O_1 O_{12}) = b = X_{12}$ )
  - 123: " " ( " :  $\theta_{23}, (O_2 O_3) = c = X_{23}$ )
  - 13B: " " ( " :  $\theta_3$ ;  $a = \lambda y = V_{3a}$ )
- quelles que soient les imperfections  $\varepsilon, \delta, \lambda, \gamma$ .

Un raisonnement sur les champs de vitesses peut être traité :  
 pièce ①:  $\vec{\omega}_{20} \in X' O_1 X$   $V_{20} = \vec{0}$  sur l'axe central du mouvement relatif: ①/②.

liaison ①②:  $t't'$  est l'axe central du mouvement relatif de ①/② et porte donc  $\vec{\omega}_{12}$  et  $V_{12}$  de tout point coïncidant pris sur  $t't'$ .

liaison ②③:  $u'u$  est l'axe central du mouvement relatif de ②/③

$\vec{\omega}_{23}$  et  $V_{23}$  de tout point sur  $u'u \in u'u$ .  
 liaison ③④:  $\vec{\omega}_{30} \in Y_3 O_3 Y_3$ ;  $V_{30}$  de tout point sur  $Y_3, Y_3 \in Y_3 O_3 Y_3$   
 la pièce ② a un mouvement tangent à une vibration  $\vec{\omega}_{20}, V_{20}$  d'axe central  $\Delta_{20}$

L'étude des rotations :

$$\left. \begin{aligned}
\vec{\omega}_{21} &= \vec{\omega}_{20} - \vec{\omega}_{10} \\
\vec{\omega}_{32} &= \vec{\omega}_{30} - \vec{\omega}_{20}
\end{aligned} \right\} \text{avec } \vec{\omega}_{10} = |\omega_{10}| \vec{K} \text{ (} \vec{K} \text{: vecteur unitaire de } O_1 X \text{)}$$

$$\vec{\omega}_{20} = |\omega_{20}| \vec{I} \text{ (} \vec{I} \text{: " " " " " } O_2 Y_2 \text{)}$$

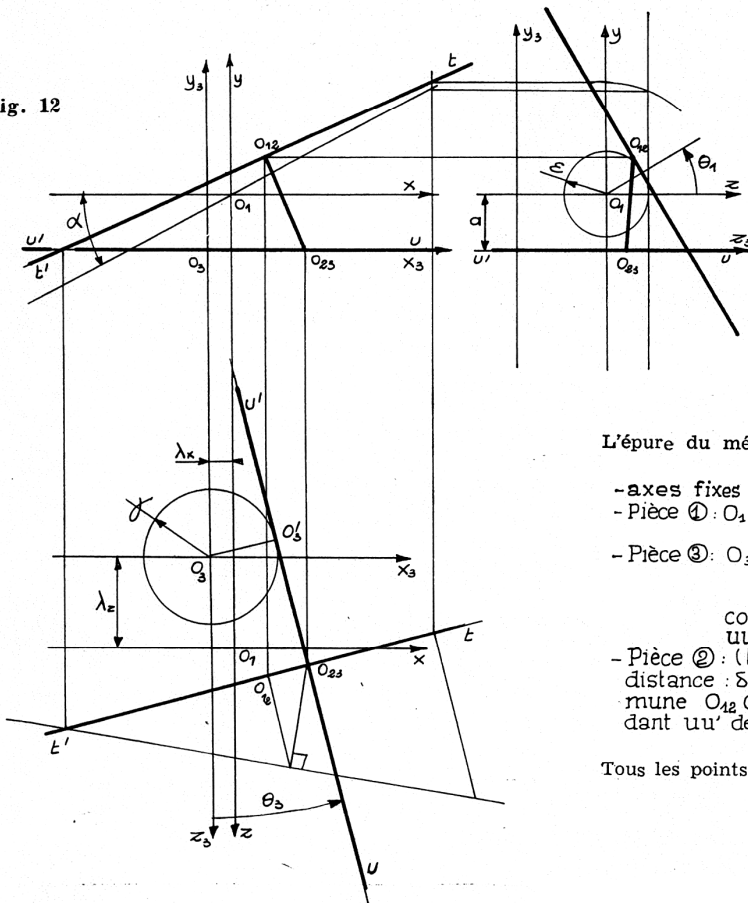
$$\vec{\omega}_{21} = |\omega_{21}| \vec{I} ; \vec{\omega}_{32} = |\omega_{32}| \vec{J}$$

permet de déterminer  $|\omega_{30}| = f(|\omega_{10}, \theta_1, \theta_3|)$ ;  $\vec{\omega}_{12}, \vec{\omega}_{23}, \vec{\omega}_{20}$  fonctions de  $\omega_{10}, \theta_1, \theta_3$

L'étude de points coïncidents sur les axes centraux avec :

$$\vec{VM}_{21} = \vec{VM}_{20} - \vec{VM}_{10} \text{ et } \vec{\omega}_{21} \wedge \vec{VM}_{21} = \vec{0} \text{ permet d'obtenir : } \vec{V}_{30}, \vec{V}_{12}, \vec{V}_{23} \text{ et } \vec{V}_{20} \text{ en fonction de } (\omega_{10}, \theta_1, \theta_3)$$

Fig. 12



**EPURE DU  
MECANISME**

(Fig. 12)

\*

L'épure du mécanisme peut être tracée :

- axes fixes :  $O_1 X Y Z$
- Pièce ①:  $O_1 X$  axe de rotation,  $t't'$ : positions  $\alpha, \varepsilon$  (cstes)  $\theta_1$ : variable  $\rightarrow f(t)$
- Pièce ②:  $O_3 X_3 Y_3 Z_3$  positions:  $\lambda_x, \lambda_z$ : cstes;  $\alpha$   $u'u$ : positions:  $\pi/2, \delta$   $\theta_3$ : variable  $\rightarrow f(\theta_1)$  ou  $f(t)$
- construite en projection horizontale  $uu' \perp t't'$ ,  $uu'$  tangente au cercle  $(O_2, \gamma)$
- Pièce ③:  $(t't', u'u) = \pi/2$   
distance:  $\delta$  (construction de la perpendiculaire commune  $O_{12} O_{23}$  par changement de plan frontal rendant  $uu'$  de bout et  $t't'$  frontale)

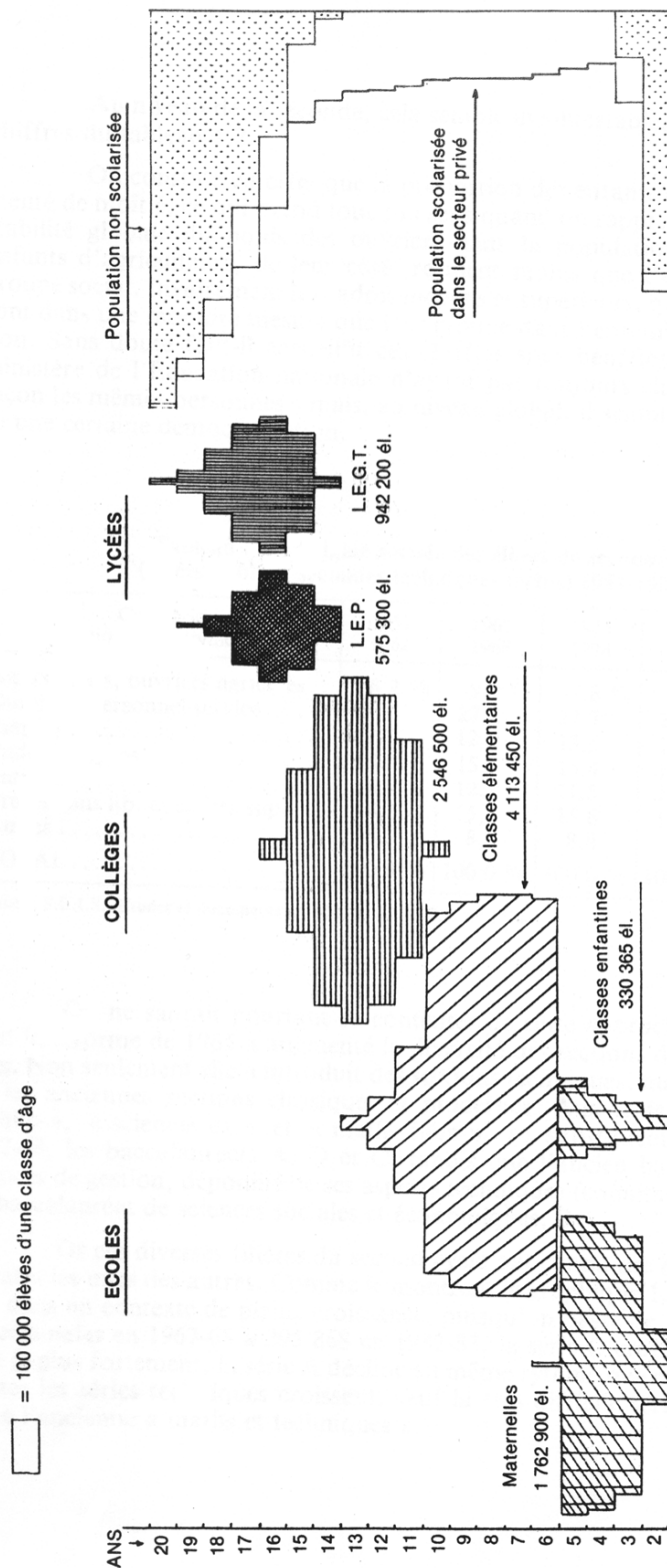
Tous les points  $O_1, O_1', O_{12}, O_{23}, O_3, O_3$  sont sur la figure.

Le Borzec Robert (1970). Agrégation de mécanique. Session de 1969. Composition de mécanique appliquée. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 70, 55-61.

## **9. 1970 – 1978 différenciation professionnel / technologique et avènement des génies – Le paradigme des objets techniques**



## 9.1 Mise en système des établissements d'enseignement scolaires selon un schéma cohérent à trois niveaux : école, collège, lycée



Graphique 1.2 - Le système scolaire en 1979-80  
Population scolarisée dans le secteur public par âge et par établissement (étudiants exclus)

Prost Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXI<sup>e</sup> siècle. Rapport du groupe de travail sur les seconds cycles présidés par M. Antoine Prost.* CNDP. Ministère de l'Éducation nationale. Service information. (p. 16).

## **9.2 Manifeste de l'association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP) 1972**

### *POUR UN ENSEIGNEMENT COHERENT DANS L'EDUCATION NATIONALE DE LA TECHNOLOGIE*

*« L'Association des professeurs de technologie de l'Enseignement Public » réunie en assemblée générale le 7 mai 1972, définit la technologie comme étant l'étude objective des techniques et des produits fabriqués, compte tenu de leur environnement et de leur finalité, introduisant les notions de comportement, de performances, de fiabilité et de maintenance.*

*Elle affirme que la technologie est une discipline originale qui n'est pas une simple application des sciences mais possède, en effet, son objet propre, ses moyens d'investigation particuliers et son corps de professeurs et de chercheurs.*

*L'enseignement de la technologie contribue d'une façon efficace à la formation générale :*

*- il apporte sur le fait technique un ensemble de connaissances indispensables à l'homme de notre temps.*

*- il fait pratiquer en alternance le raisonnement dialectique et le raisonnement déductif sur des situations concrètes.*

*- il développe l'esprit d'initiative, les aptitudes à l'observation, à l'imagination et au choix.*

*Pour ces raisons, l'enseignement de la technologie a sa place dans l'enseignement général. Il existe d'ailleurs en tant que tel depuis 25 ans dans les classes conduisant au baccalauréat E (mathématiques et technique) préparant ainsi de nombreuses vocations d'ingénieurs. En conséquence, l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public propose :*

*- dans une réforme de la classe de seconde, considérée comme classe d'orientation, l'enseignement de la technologie doit figurer comme discipline générale. Il doit contribuer à la formation de tous les élèves tout en favorisant l'ouverture vers l'enseignement à finalité technique. Un enseignement à finalité technique doit également pouvoir être proposé dès cette classe aux élèves qui le désirent afin de ménager un temps de formation technique suffisant avant l'issue professionnelle. Cet enseignement doit être dispensé par des technologues quelle que soit la finalité envisagée. Seuls, en effet, des professeurs ayant des connaissances générales et des connaissances techniques du niveau d'un C.A.P.E.T. de technologie sont susceptibles de dominer l'enseignement de cette discipline.*

*- dans le premier cycle de l'enseignement du second degré, l'enseignement de la technologie en classes de quatrième et troisième doit uniquement viser un but de formation générale dans le sens défini ci-dessus. Il doit éveiller l'intérêt pour le monde technique et susciter une orientation vers des études plus approfondies de technologie dans le second cycle et l'enseignement supérieur.*

*L'enseignement mis en place depuis quelques années n'atteint pas ces objectifs pour deux raisons :*

*- manque de netteté dans la doctrine se traduisant par une incohérence dans les programmes.*

*- très nette insuffisance de la formation des maîtres.*

*En conséquence, l'Association demande que des professeurs de technologie en nombre suffisant fassent partie de toutes commissions et groupes de travail chargés d'élaborer de nouveaux programmes, en particulier de la commission Lagarrigue.*

*Elle demande également que les professeurs enseignant dans les classes de quatrième et troisième soient de véritables technologues, l'initiation à une discipline ne pouvant être faite que par des maîtres très qualifiés. Les professeurs certifiés de construction enseignant dans le second cycle sont les plus aptes actuellement à dispenser cet enseignement. Grâce au développement rapide de la technologie dans l'enseignement supérieur leur nombre sera suffisant à très court terme.*

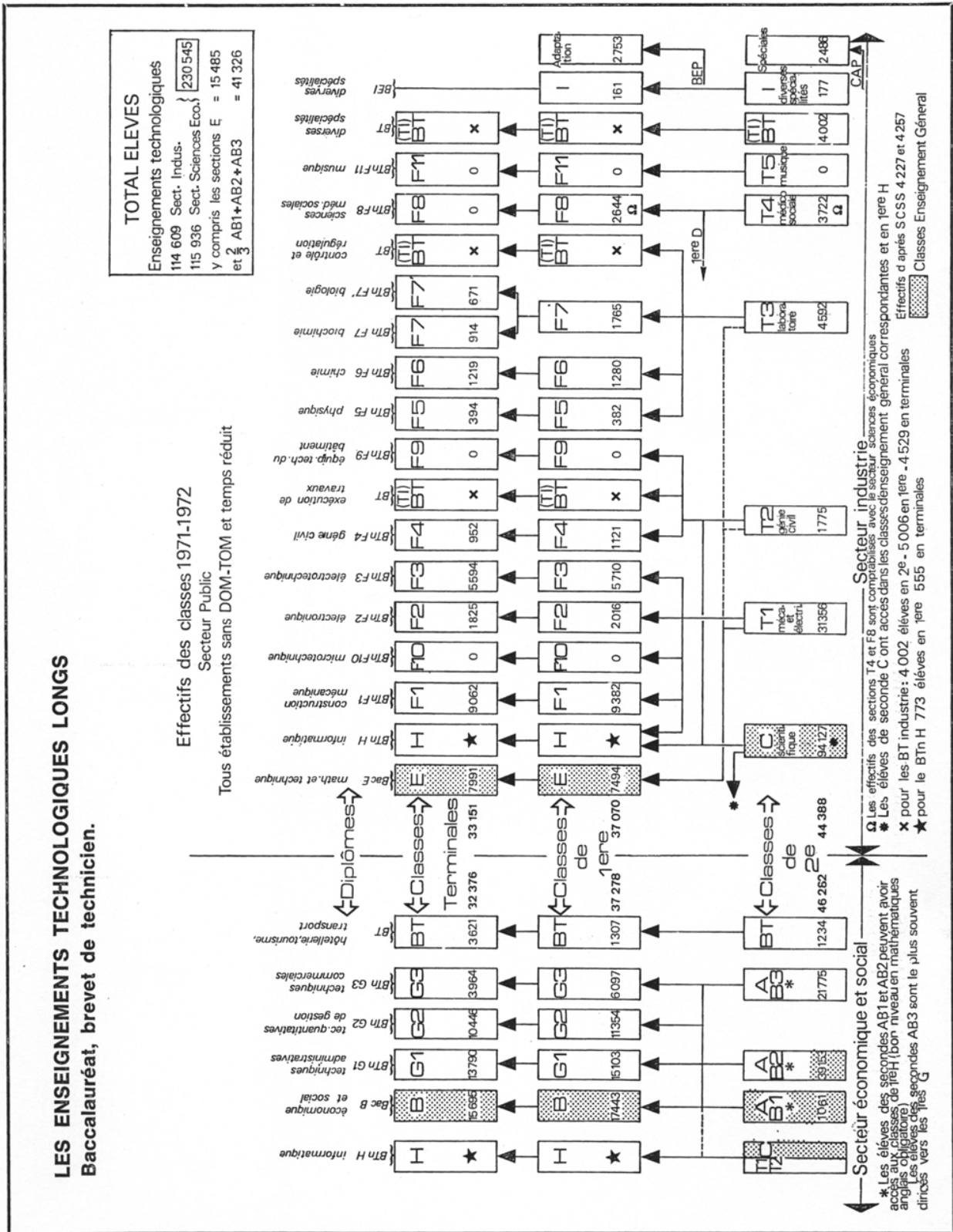
*- dans les classes de second cycle conduisant au baccalauréat de techniciens, au brevet d'études professionnelles et au certificat d'aptitude professionnelle, l'enseignement de la technologie doit conserver son caractère de formation générale tout en conduisant à l'acquisition des techniques actuelles et en permettant une adaptation à leur évolution.*

*- dans l'enseignement supérieur, l'enseignement de la technologie doit être considéré comme un enseignement fondamental. Il est donc nécessaire de créer un premier cycle nouveau du type physique-technologie conduisant, soit vers des maîtrises de technologie, soit vers des cycles de spécialisation rapides en fin d'études.*

*Le souci actuel de promouvoir l'enseignement technique qu'a manifesté le ministère de l'Éducation nationale par la promulgation des lois du 16 juillet 1971 sur l'orientation des enseignements technologiques, l'apprentissage et la formation permanente et par les diverses campagnes pro-techniques lancées dans le pays répond à un besoin certain. Cette mutation ne peut se faire en profondeur que par une évolution de l'échelle des valeurs habituellement reconnue aux disciplines de formation. Une telle évolution passe par la reconnaissance de la technologie en tant que discipline fondamentale ; son enseignement n'atteindra cet objectif que dans la mesure où les propositions formulées ci-dessus seront retenues. La culture apportée par l'étude objective du fait technique est aussi indispensable à l'homme de notre temps que celle apportée par les sciences traditionnelles.*

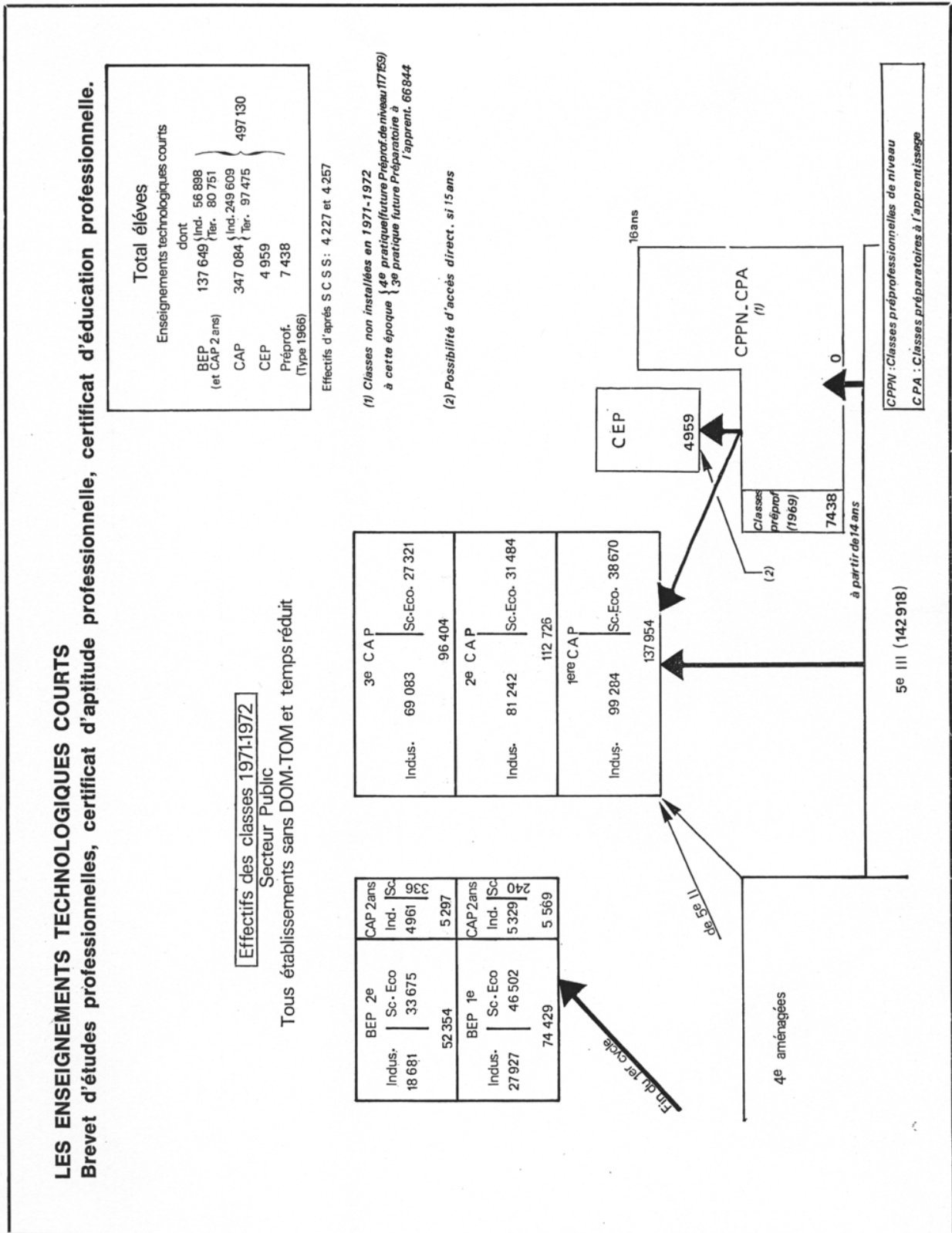
APTEP. (1972). Pour un enseignement cohérent dans l'Éducation nationale de la technologie. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 7,8, 14.

### 9.3 Organigramme et effectifs de l'enseignement technologique long (1972-1973)



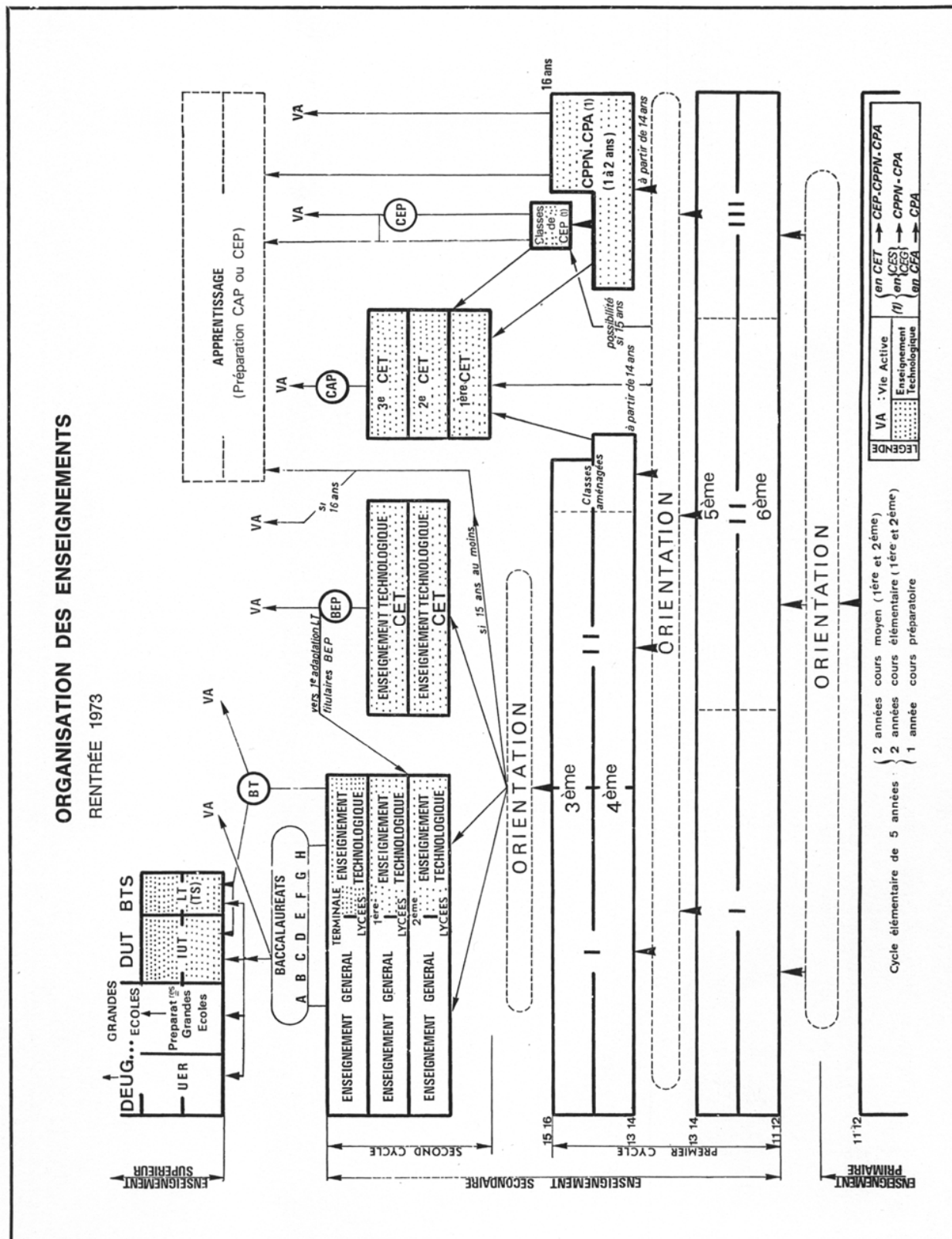
Janod Robert (1974). L'évolution de l'Enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58. (p. 28).

## 9.4 Organigramme et effectifs de l'enseignement technologique court (1972-1973)



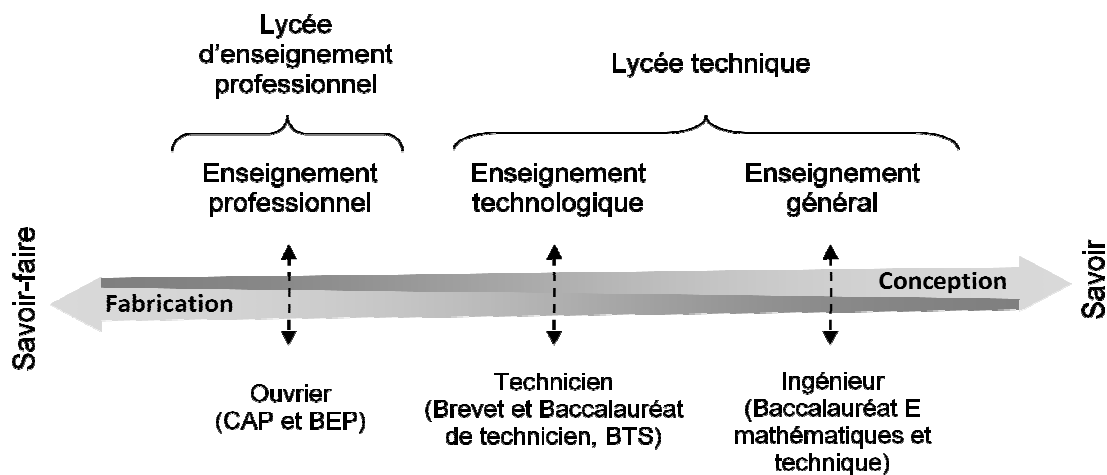
Janod Robert (1974). L'évolution de l'Enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58. (p. 27).

## 9.5 Structure de l'enseignement français (1973)



Janod Robert (1974). L'évolution de l'Enseignement technique dans l'enseignement secondaire. *Technique Art Science*, 277, 278, 5-58. (p. 20).

## 9.6 Les voies de formation technologique et leurs finalités dans les lycées en 1976



Hamon Christian, Lebeaume Joël (2011). *La configuration curriculaire de la technologie au lycée : proposition pour une extension des approches comparatistes*. À paraître. In actes du deuxième colloque international de l'Association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD). 20, 21 & 22 janvier 2011. Théodile-CIREL (EA 4354), université Lille 3. Villeneuve-d'Ascq.

## 9.7 Nombre de places mises en 1975 au concours spécial aux grandes écoles d'ingénieurs

Ecole centrale des arts et manufactures .....	3
Ecole centrale de Lyon .....	6
Institut national supérieur de chimie industrielle de Rouen ....	3
Ecole nationale supérieure de chimie de Paris .....	1
Ecole nationale supérieure de chronométrie et de microméca- nique de Besançon .....	2
Ecole nationale supérieure de chimie de Bordeaux .....	1
Ecole nationale supérieure d'électrochimie et d'électrométallur- gie de Grenoble .....	2
Ecole nationale supérieure d'électronique et de radioélectricité..	1
Ecole nationale supérieure d'électrotechnique et de génie phy- sique de Grenoble (section Electrotechnique) .....	1
Ecole nationale supérieure d'hydraulique de Grenoble .....	1
Ecole nationale supérieure de mathématiques appliquées et d'in- formatique de Grenoble .....	1
Ecole nationale supérieure de chimie de Lille .....	2
Ecole nationale supérieure de chimie de Montpellier .....	2
Ecole nationale supérieure de mécanique de Nantes .....	1
Ecole nationale supérieure d'électricité et de mécanique de Nancy .....	1
Ecole nationale supérieure des industries chimiques de Nancy..	2
Ecole nationale supérieure de la métallurgie et de l'industrie des mines de Nancy .....	3
Ecole nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique de Poitiers .....	3
Ecole nationale supérieure de chimie de Rennes .....	1
Ecole nationale supérieure de chimie de Strasbourg .....	2
Ecole nationale supérieure de chimie de Toulouse .....	1
Ecole nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique, d'informatique et d'hydraulique de Toulouse .....	2
Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'indus- trie .....	9
Ecole supérieure d'optique de l'Institut d'optique théorique et appliquée .....	3
Ecole française de papeterie de Grenoble .....	2
Institut industriel du Nord .....	2
Ecole supérieure d'ingénieurs de Marseille .....	3
Ecole polytechnique .....	3
Ecole nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace ....	3
Ecole nationale supérieure des techniques avancées .....	2
Ecole nationale des ponts et chaussées .....	1
Ecole nationale supérieure des mines de Paris .....	2
Ecole nationale supérieure des mines de Saint-Etienne .....	1
Ecole nationale supérieure des télécommunications .....	2

Arrêté du 12 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1836.



## 9.8 Horaires des classes préparatoires 1975

	Mathématiques		Sciences physiques			Sciences biologiques		Français	L.V. I et II	Mécanique	Construction	Dessin Industriel	Histoire Géographie	Technologie d'atelier	Education physique	Total
	Cours	T.P.	Cours	Phys.	Chim.	T.P.	Cours									
Mathématiques supérieures	12	2	7			2		2	2			2			2	31
Mathématiques spéc. M et M'	11	3	6	2	1	1		2	2			2			2	32
Mathématiques spéc. P et P'	8	3	7	3	2 1/2	2 1/2		2	2		2				2	34
Classes prép. tech. au concours spécial 1 <sup>re</sup> année 2 <sup>o</sup> année	12	2	9			2		2	2		4				2	35
	14	2	7			2		2	2		4				2	35
Biologie - Math. supérieures	7	2	6	(2)	2	6	3	2	2	1			Géographie cours T.P. 3/4 1/4 (4)		2	34
Biologie - Math. spéciales	7	2	6	(5)	2	6	3	2	2	1			3/4 1/4 (4)		2	34
Ecoles vétérinaires	2		10			4	4								2	34
H.E.C.	7	2						4 1/2 (6)	3 1/2	2 1/2			6		2	27 1/2
Math. supérieures technologiques T	10	2	7	(7)	2			2	2	1	4			1 + 3	2	29
Math. spéciales technologiques T	8	3	7	(7)	2			2	2	1	4			1 + 3	2	27

(1) Dédoublément à plus de 50 élèves.

(2) 3 heures de physique, 3 heures de chimie.

(3) 1 heure de travaux pratiques pour la physique, 1 heure de travaux pratiques pour la chimie; ces travaux pratiques seront groupés par séance de 2 heures.

(4) Les travaux pratiques de géographie seront groupés par séance une heure.

(5) 4 heures de physique, 2 heures de chimie.

(6) Culture et sciences humaines. L'horaire de 4 heures et demie est répartie en deux heures de philosophie et deux heures et demie de français.

(7) Cours et travaux pratiques.

Circulaire n° 75-196 du 26 mai 1975. BO n° 22 du 5 juin 1975, p. 1801.

## 9.9 Répartition des horaires des disciplines technologiques des classes préparatoires technologiques T (40 élèves)

	Première année	Deuxième année
Mécanique	Exercices dirigés .... 1 h 2 groupes	Exercices dirigés .... 1 h 2 groupes
Construction	Exercices dirigés .... 4 h (2 groupes + [1])	Exercices dirigés .... 4 h 2 groupes
	Travaux pratiques .... 1 h 4 groupes	
Fabrication	Travaux pratiques .... 3 h 4 groupes	Travaux pratiques .... 3 h
	Exercices dirigés .... 1 h (2 groupes + [1])	

(1) Toutes les fois que dans une classe il y aura de 10 à 12 élèves de même origine (Bac C - Bac D) ils seront rassemblés dans un groupe homogène.

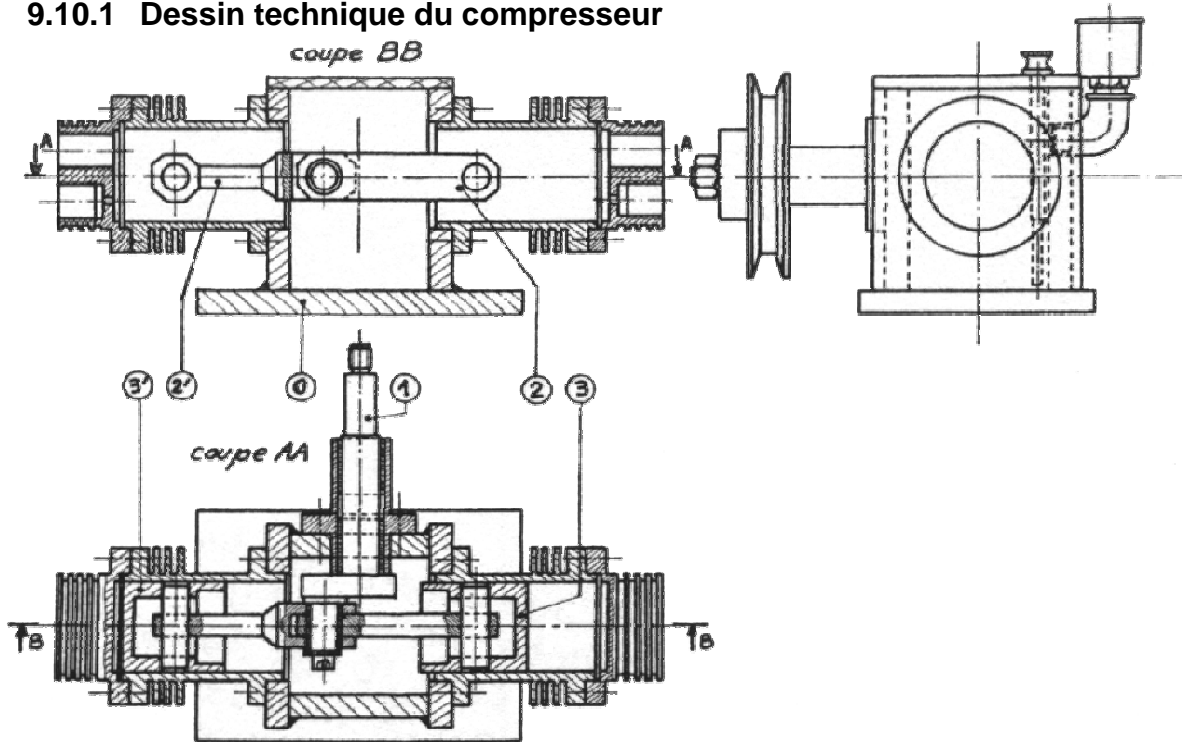
Des heures de rattrapage en construction et fabrication pourront être dispensées aux élèves ayant comme origine le baccalauréat C (horaire souhaité : 3 à 4 heures hebdomadaires).

Circulaire n° 75-365 du 20 octobre 1975. BO n° 39 du 20 octobre 1975, p. 3262. Commentaires sur les programmes de technologie des classes de mathématiques supérieures et mathématiques spéciales technologiques T.

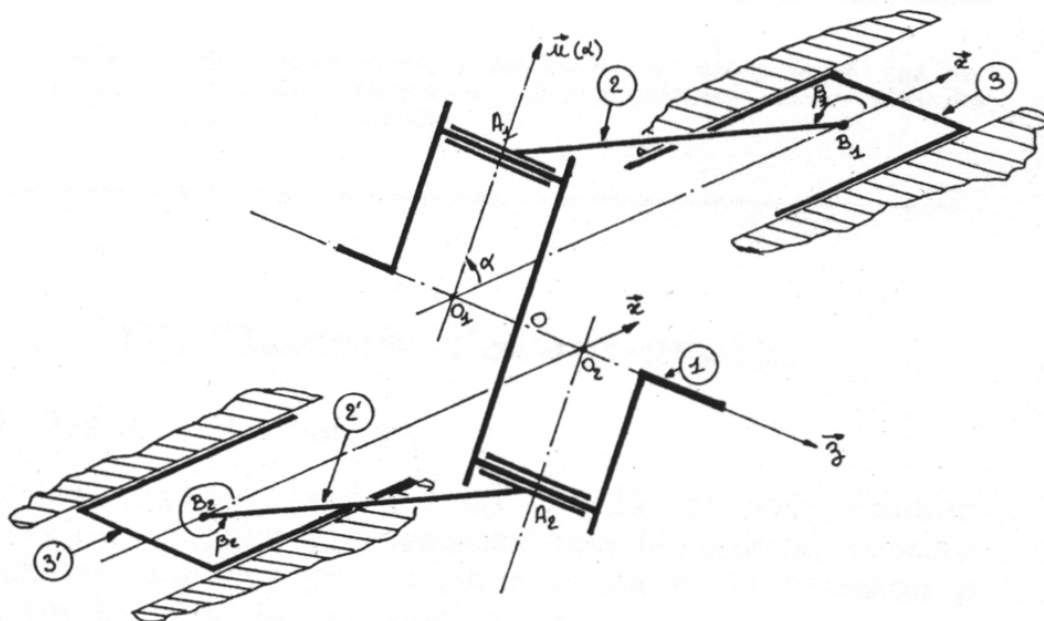


**9.10 Dessin technique et schématisation pour « l'étude-calcul » dynamique, thermodynamique et de modification d'un compresseur à deux pistons opposés à plat (classes préparatoires technologiques T).**

**9.10.1 Dessin technique du compresseur**



**9.10.2 Schématisation de la modification à réaliser**



Banquet, Huat, Havaut, Muller, Ouziaux, Ponthieux (1979). Un exemple de la formation technologique en classe de mathématique spéciale technologique. Étude d'un

compresseur *flat-twin*. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 218, 10-18. (p. 13 et 14).

### 9.11 Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1972

	2 <sup>de</sup>	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les trois ans
Dessin technique	4h	4h	4h	12h
Technologie des constructions	1h	2h	1h	4h
Technologie des fabrications mécaniques et automatismes	1h	2h	2h	5h
Travaux pratiques des fabrications mécaniques	6h	4h	4h	14h
Total hebdomadaire	12h	12h	11h	35h

### 9.12 Liste des brevets de techniciens auxquels sont ouvertes les classes préparatoires technologiques TA

Métallurgie et première transformation des métaux - Mécanique. Électricité. Électronique. Électrotechnique. Verrerie et céramique. Bâtiment et travaux publics. Chimie. Textiles et industries annexes. Habillement. Bois et dérivés. Papier et carton. Cuirs et peaux.

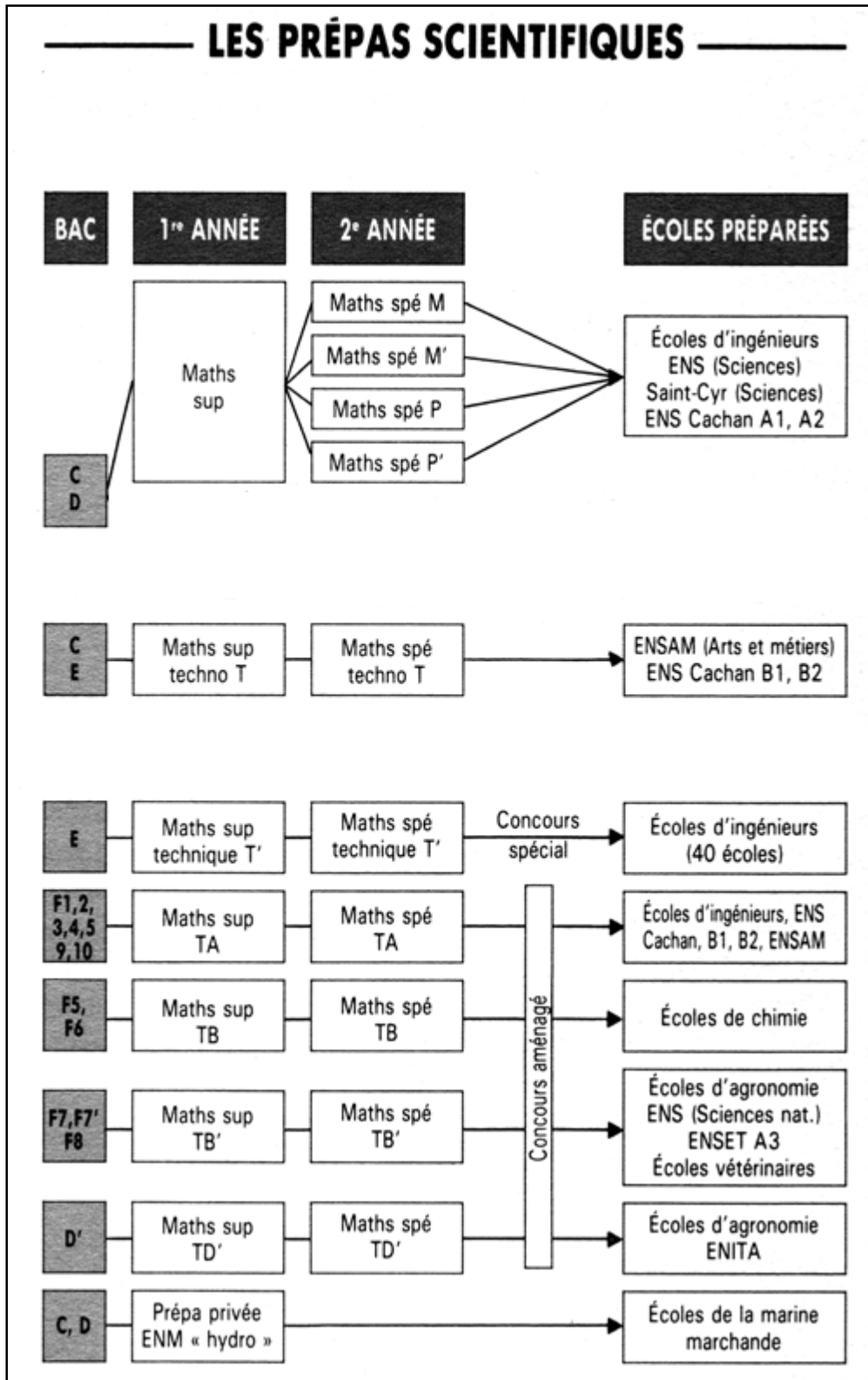
Arrêté du 10 février 1981. BO n° 24 du 18 juin 1981, p. 1916.

### 9.13 Horaires des classes préparatoires technologiques TA.

Disciplines	Classe de TA supérieure	Classe de TA spéciale
Mathématiques .....	14 h (9 + 5)	12 h (8 + 4)
Sciences physiques .....	9 h (7 + 2)	10 h (8 + 2)
Technologie .....	10 h (0 + 10)	10 h (0 + 10)
Français .....	2 h (1 + 1)	2 h (1 + 1)
Langue vivante .....	2 h	2 h
Education physique .....	2 h	2 h
Total .....	39 h	38 h

Arrêté 14 décembre 1977. BO 11 du 16 mars 1978, p. 866.

## 9.14 Les filières menant aux classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs



### 9.15 Nature, durée et coefficients des épreuves du concours externe du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976

Nature des épreuves	Durée	Coefficient
<b>Epreuves d'admissibilité :</b>		
1. Avant-projet .....	8 heures maximum	3
2. Etude de fabrication et d'outillage .....	8 heures maximum	3
<b>Epreuves d'admission :</b>		
1. Technologie .....	4 heures maximum	4
2. Fabrication .....	8 heures maximum	4
3. Entretien sur un sujet d'ordre général .....	1 heure maximum	4

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2394. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement de professeurs techniques de lycées techniques.

### 9.16 Nature, durée et coefficients des épreuves du concours interne du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976

Nature des épreuves	Durée	Coefficient
<b>Epreuves d'admissibilité :</b>		
Technologie .....	8 heures	1
<b>Epreuves d'admission :</b>		
1. Etude critique d'une fabrication.	6 heures maximum	1
2. Entretien sur un sujet d'ordre pédagogique .....	1 heure maximum	1

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2394. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement de professeurs techniques de lycées techniques.

**9.17 Nature, durée et coefficients des épreuves de l'examen de qualification professionnelle du concours du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976**

Nature des épreuves	Durée	Coefficient
Exercice pédagogique en présence d'élèves .....	1 heure	2
Soutenance d'un mémoire à caractère pédagogique .....	1 heure maximum	2
Entretien portant sur les problèmes généraux de l'éducation .....	1 heure maximum	2
Rapport de stage en entreprise ....	1 heure maximum	2

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2394. Modalités d'obtention du certificat d'aptitude au professorat technique pour le recrutement de professeurs techniques de lycées techniques.

**9.18 Nature, durée et coefficients des épreuves du concours d'accès au cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique (CAPT) section fabrication mécanique 1976 (premier concours)**

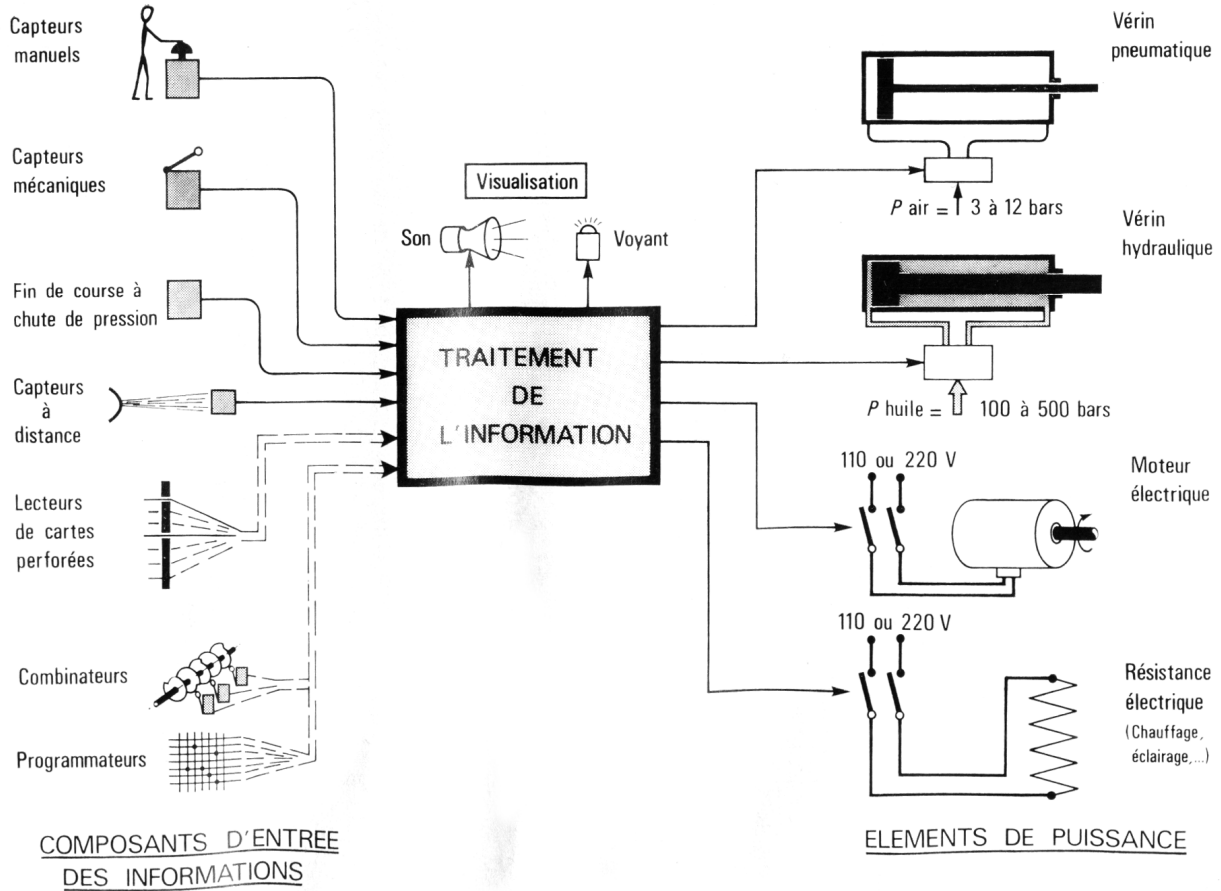
Nature des épreuves	Durée	Coefficient
<b>Epreuves d'admissibilité :</b>		
1. Mécanique .....	4 heures	3
2. Projet relatif à une réalisation de génie mécanique .....	6 heures	3
<b>Epreuves d'admission :</b>		
1. Technologie .....	4 heures maximum	4
2. Fabrication .....	8 heures maximum	4
3. Entretien sur un sujet d'ordre général .....	1 heure maximum	4

Arrêté du 21 juin 1976. BO n° 28 du 15 juillet 1976, p. 2383. Recrutement des élèves du cycle préparatoire au concours du certificat d'aptitude au professorat technique.



## 9.19 Schémas synoptique et fonctionnel d'un automatisme

### 9.19.1 Schémas synoptique ou mixte d'un automatisme



Bouteille Daniel (1970). *Les commandes logiques à fluides et l'automatisation industrielle*. Paris : Dunod. (p. 120).

### 9.19.2 Schémas fonctionnel de conception d'un automatisme

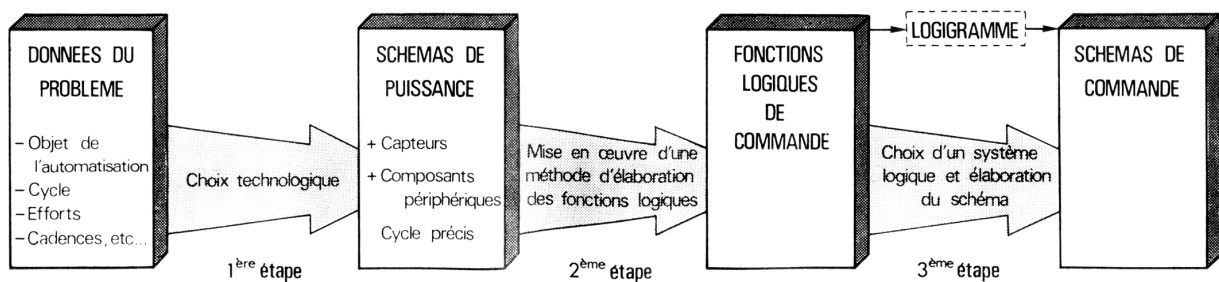
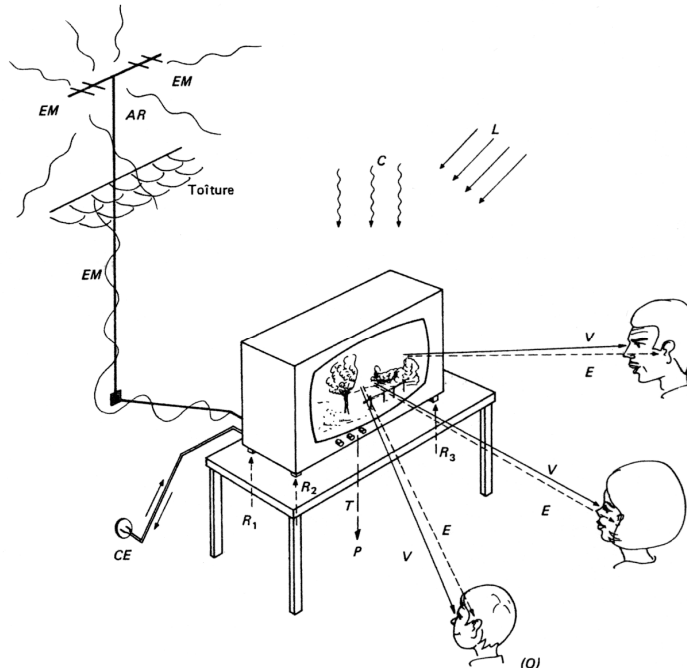


FIG. 7-1 : Les étapes de la résolution d'un problème d'automatisation.

Bouteille Daniel (1970). *Les commandes logiques à fluides et l'automatisation industrielle*. Paris : Dunod. (p 146).

## 9.20 L'objet technique comme objet matériel isolé, les actions exercées et reçues du milieu extérieur



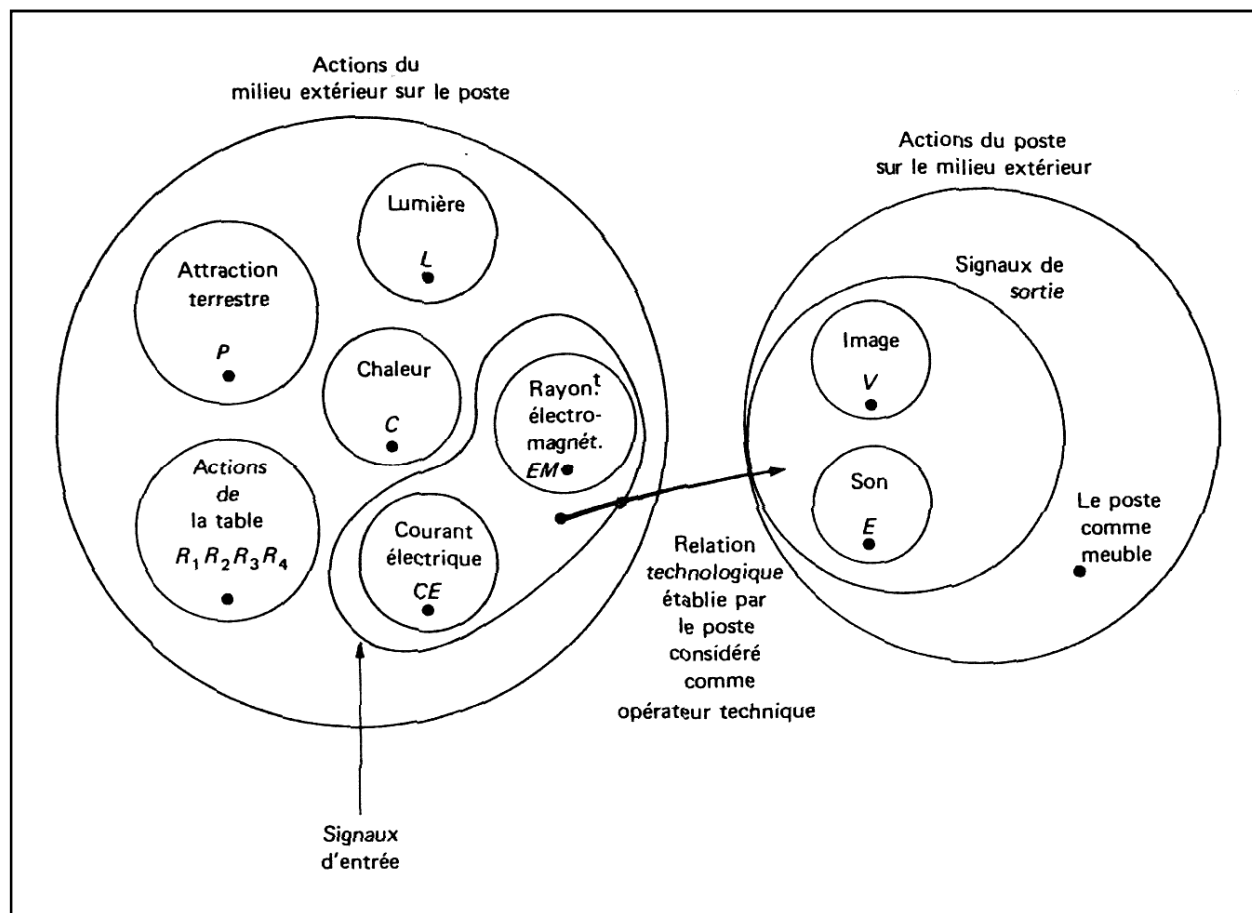
Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 7).

## 9.21 Tableau d'analyse des actions exercées et reçues par l'objet technique

Tableau des actions entre milieu extérieur et poste de télévision	Attraction terrestre $P$	Actions de la table $R_1, R_2, R_3, R_4$	Rayons lumin. $L$	Rayon calor. $C$	Courant élect. $CE$	Ondes électro magnét. $EM$	Ondes sonores $E$	Rayons lumineux $V$
Attraction terrestre $P$		0						
Actions de la table $R_1, R_2, R_3, R_4$	0							
Rayons lumineux $L$								
Rayon calorifique $C$								
Courant élect. $CE$							+⊕	+⊕
Ondes électro magnétiques $EM$							+⊕	+⊕
Ondes sonores $E$					-⊕	-⊕		
Rayons lumineux $V$					-⊕	-⊕		

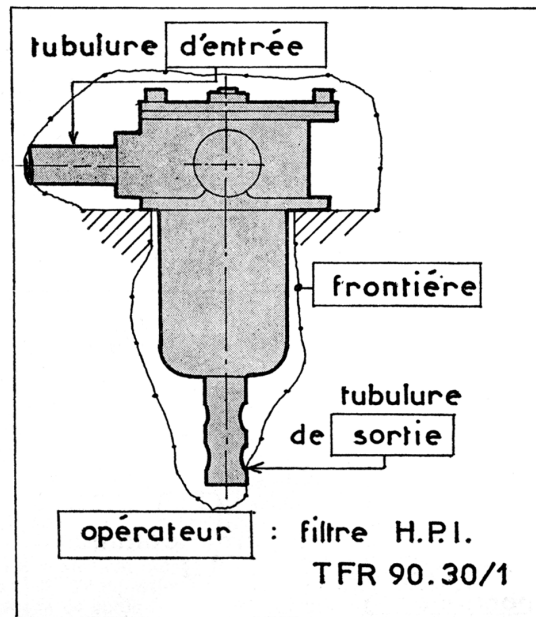
Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 9).

## 9.22 Modélisation du milieu extérieur et du système matériel isolé (le poste de télévision)

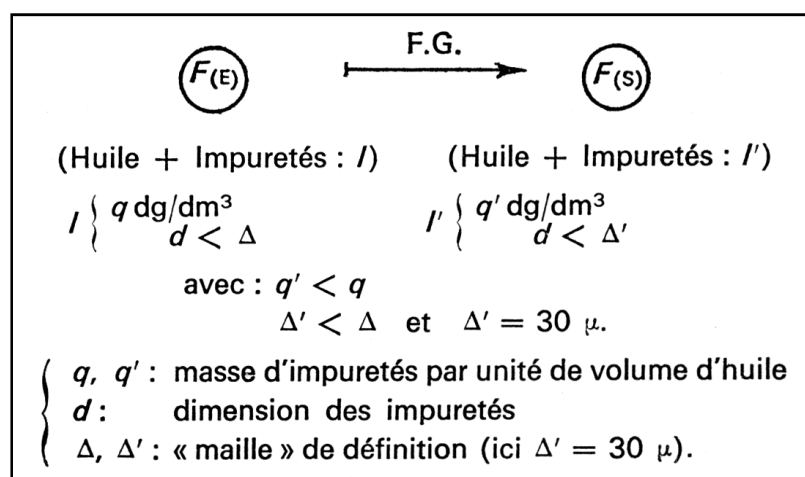
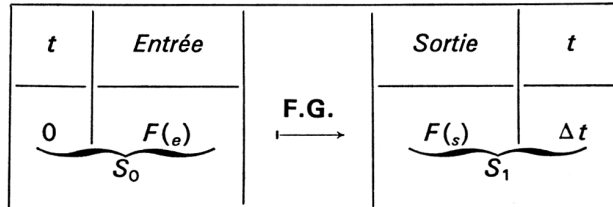


Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 12).

### 9.23 Frontière d'isolement entre l'objet technique et son environnement (les milieux associés)

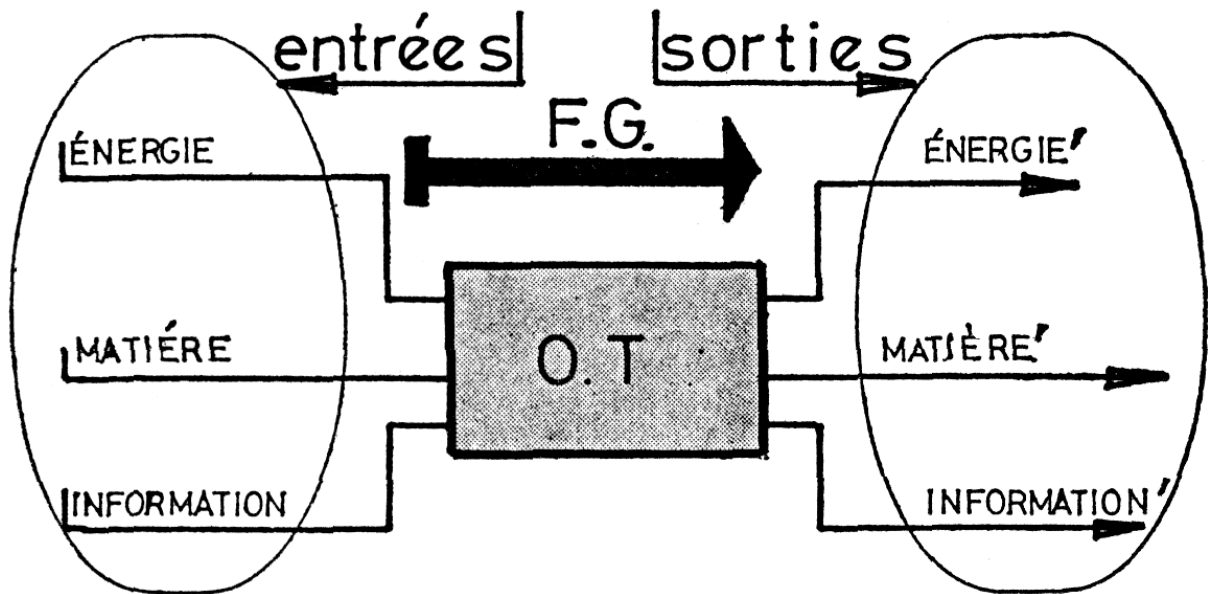


### 9.24 Représentation de la fonction globale à l'aide d'un tableau ou d'un schéma



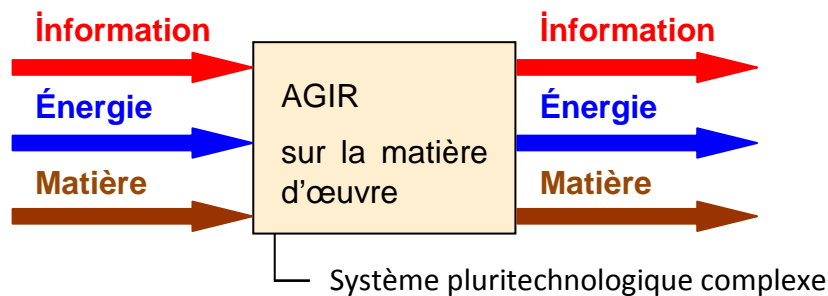
Chabal Jean-Paul, De Preester Roger, Slafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 13).

## 9.25 Modèle pour l'étude des objets techniques



Chabal Jean-Paul, De Preester Roger, Sclafér Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 18).

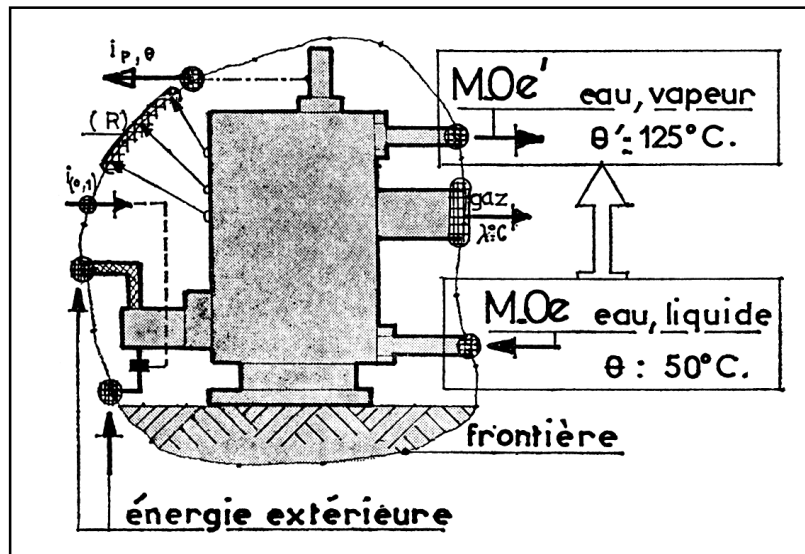
## 9.26 Analyse fonctionnelle externe. Fonction globale d'un produit pluritechnologique



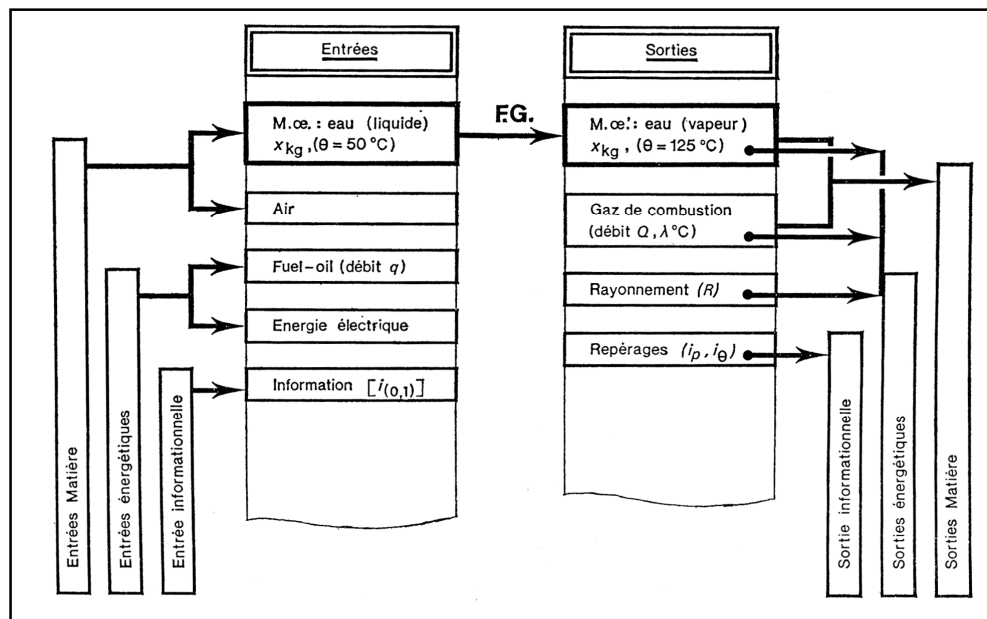
Hamon Christian (2007). *La méthode SIEM*. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les systèmes pluritechnologiques.

## 9.27 Les étapes pour définir la finalité d'un objet technique (génératrice de vapeur sous pression)

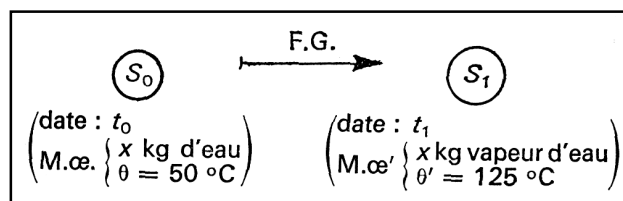
### 9.27.1 Délimiter une frontière pour isoler l'objet à étudier



### 9.27.2 Identifier la nature des entrées et des sorties et définir la (les) matière(s) d'œuvre entrante(s) et sortante(s)



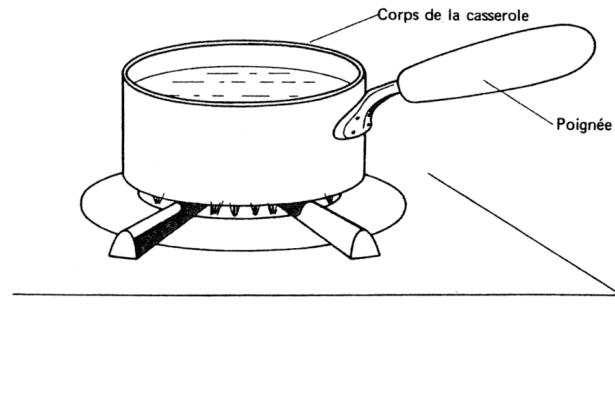
### 9.27.3 Schématiser la fonction globale



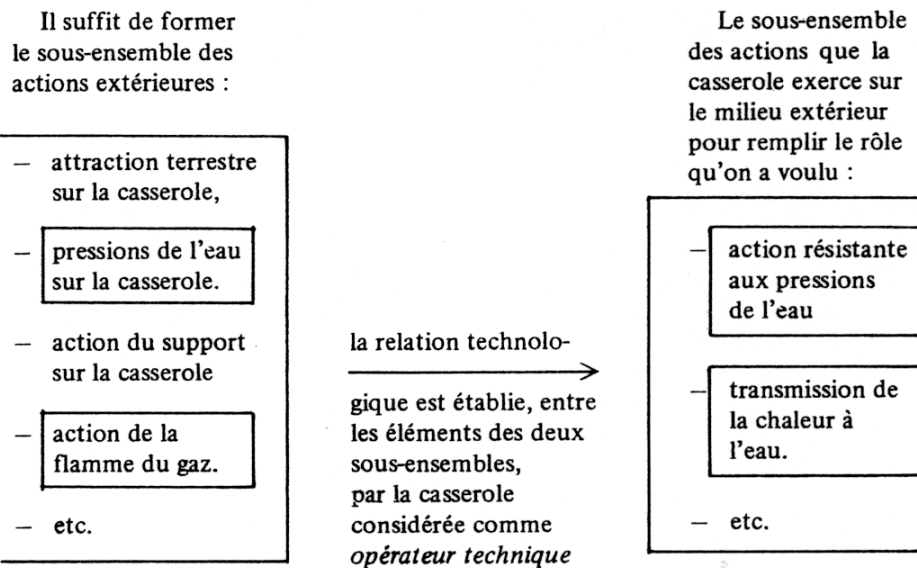
Chabal Jean-Paul, De Preester Roger, Slafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 17).

## 9.28 Relation technologique, objet technique, système et fonction globale, un modèle de représentation qui se cherche

### 9.28.1 Le modèle de Lucien Géminard

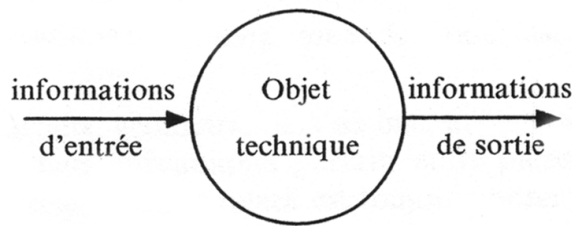


— Comment peut-on figurer la *relation technologique* que la casserole réalise ?



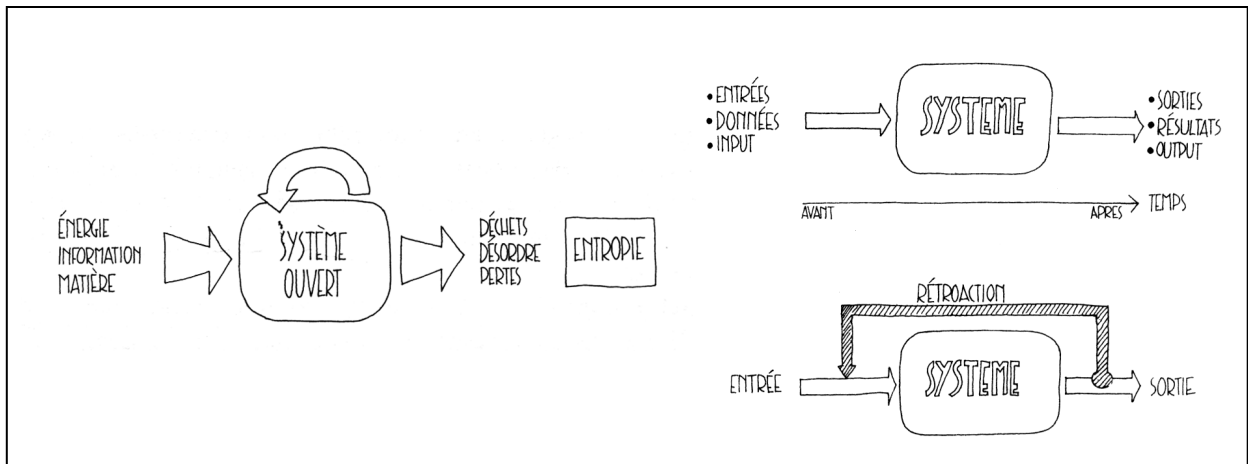
Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 14 et 15).

### 9.28.2 L'éditeur Dunod, 1975



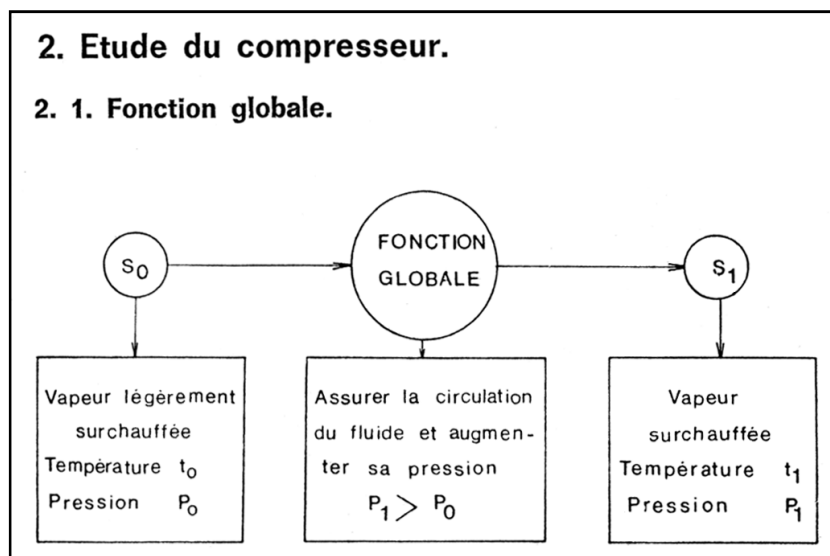
Le Borzec Robert et Lotterie Jean (1975). *Principes de la théorie des mécanismes*. Paris : Dunod. (p. 2).

### 9.28.3 Joël de Rosnay, 1975



De Rosnay Joël (1975). *Le Macroscopie vers une vision globale*. Paris : Seuil. (p. 95 et 101).

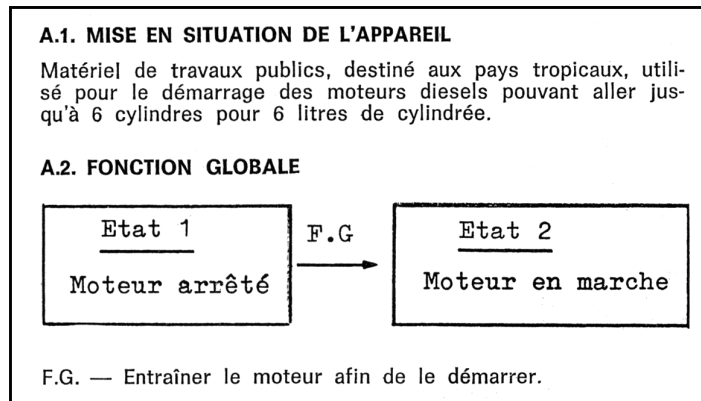
### 9.28.4 Concours général de construction 1974



MEN (1974). Ministère de l'Éducation nationale. Concours général de construction. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45. (p. 42).

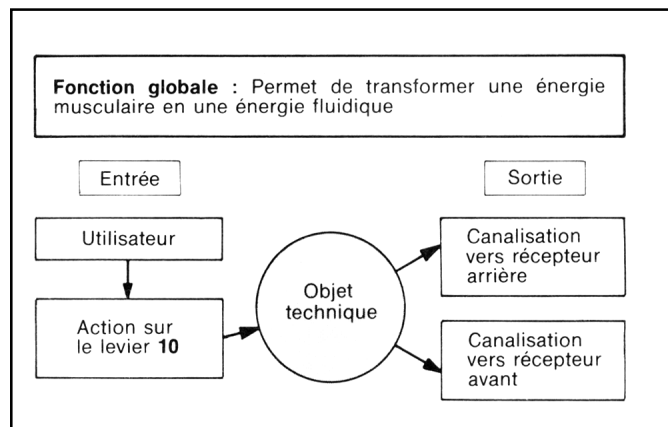


### 9.28.5 Concours interne du certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur), 1978



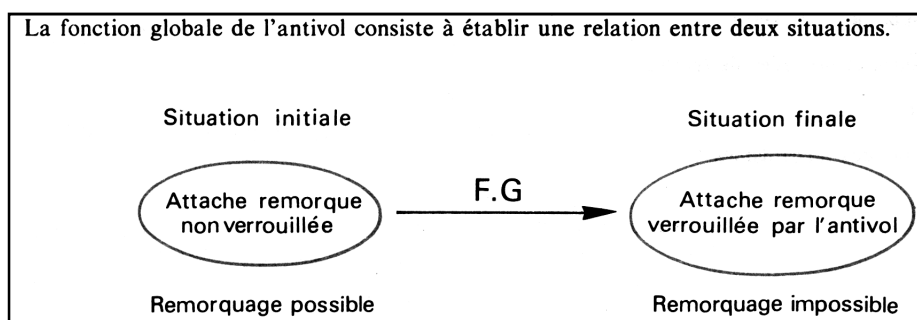
MEN (1974). Ministère de l'Éducation nationale. Certificat d'aptitude à l'enseignement technique (degré supérieur) concours interne session 1978. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 215, 37-38.

### 9.28.6 Hachette, en 1979 (semble avoir pris exemple sur Dunod cf. *supra*)



Bert R., Dupinian C., Jambon P., Tranchant Y. (1979). *Construction mécanique niveau 1*. Paris : Hachette. (p. 134).

### 9.28.7 Foucher, en 1980, reste fidèle à son modèle initial (voir *supra* Chabal et al., 1973), les auteurs du manuel sont professeurs d'ENNA



Butin R., Pinot M. (1980). *Fabrications mécaniques : technologie*. Paris : Foucher. (p. 77).

## 9.29 La frontière permet de délimiter la zone d'étude

### Thème n° 150 : Attache de remorque (rotule)

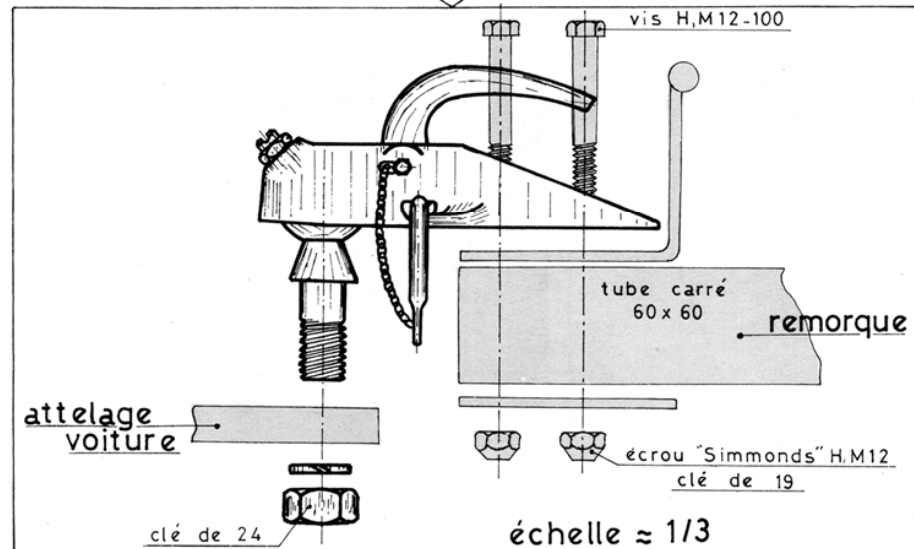
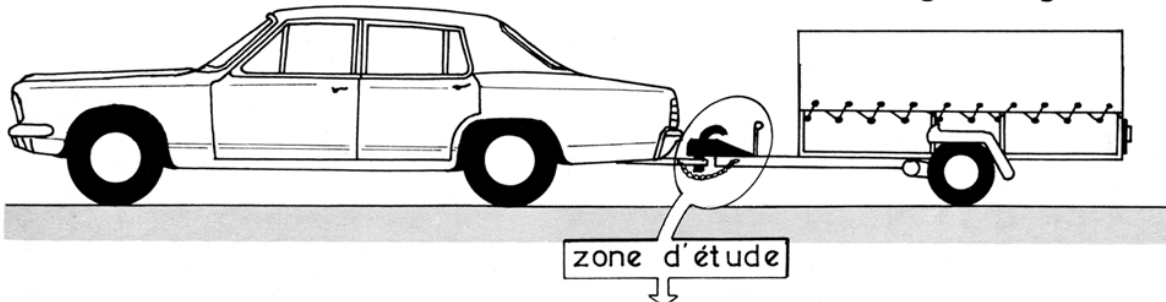
Une remorque est attelée à un véhicule automobile. Les virages, les irrégularités de la route et la suspension des deux véhicules nécessitent des rotations à axe variable de l'un par rapport à l'autre. Ces rotations sont de faible amplitude. La liaison "voiture-remorque" présente donc trois degrés de liberté, trois rotations :  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ .

#### OPEL ADMIRAL

P: 140 ch. (16 ch. fiscaux)  
V. maxi 170 km/h

#### remorque UFAC

(roubaix)  
120 kg à vide  
400 kg charge utile



Toute translation est néfaste car, lors du démarrage ou du freinage, elle entraîne des chocs. L'attache de remorque, thème de l'étude, est un dispositif qui répond aux besoins, et il permet la liaison temporaire de la voiture à la remorque.

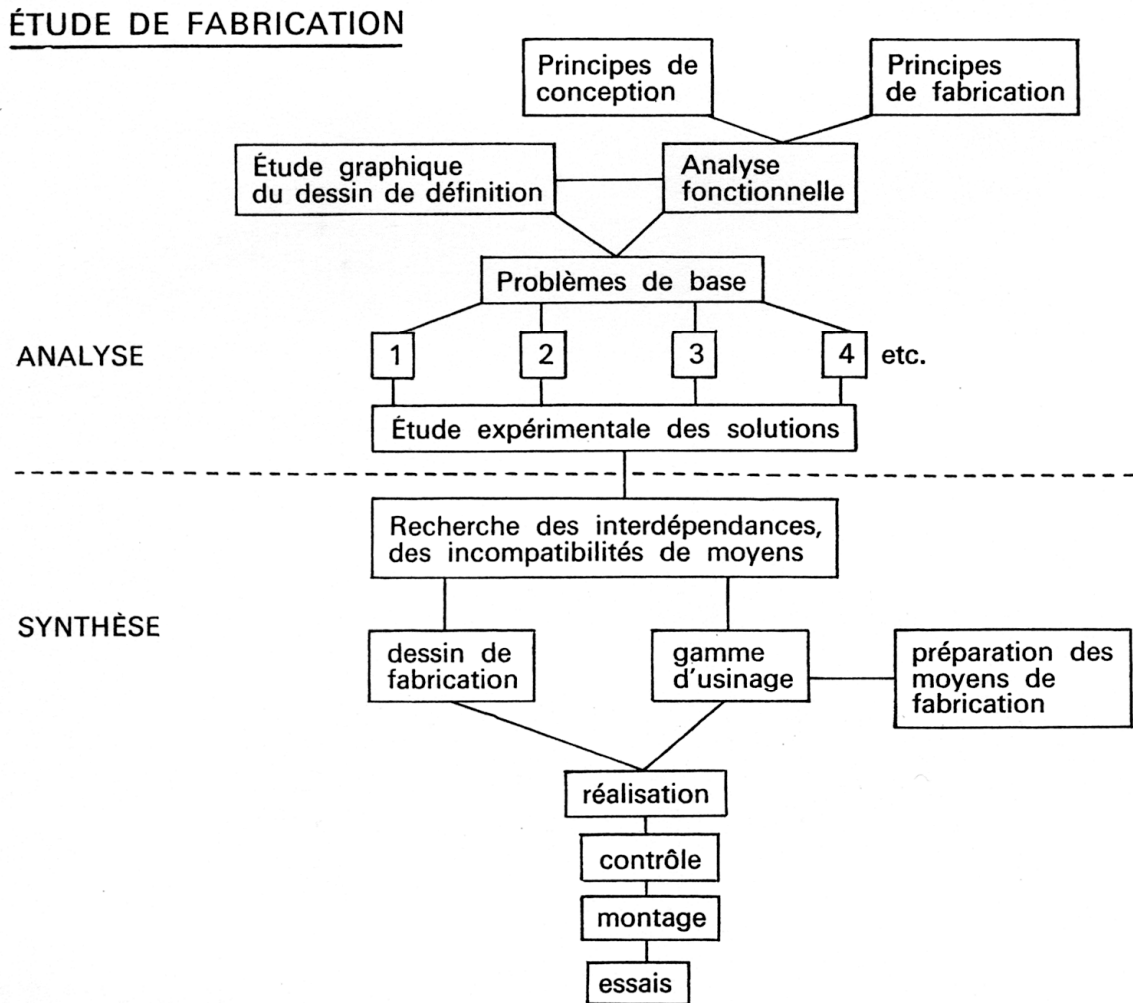
La conception de l'attache doit donner toutes garanties de sécurité (permanence de la liaison) lors du déplacement des deux véhicules attelés. Nous aurons donc, pour déverrouiller l'attache, à exécuter des "actions permissives", c'est-à-dire celles qui permettent une action qui entraîne un résultat "visible". Par exemple, l'extraction de l'épingle d'axe ⑧ n'a d'autre résultat que de permettre une action sur l'axe ⑦.

L'utilisation de cette attache ne nécessite aucune compétence technique de la part de l'utilisateur.

Lorsqu'une usure trop importante entraîne un jeu anormal dans la liaison, il est possible de le réduire en agissant sur les pièces ⑪ et ⑫.

	M.S
ATTACHE DE REMORQUE (rotule)	N° 150

### 9.30 La place de l'analyse fonctionnelle dans l'étude de fabrication



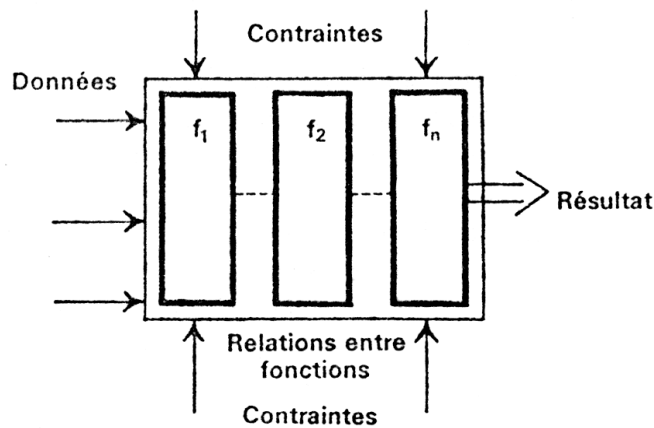
Postic Marcel (1971). *Introduction à la pédagogie des enseignements techniques. Avec la collaboration de R. Buttin et G. Tilagone. Professeurs à l'E.N.N.A. de Nantes.* Paris : Foucher. (p. 36).

### 9.31 Les différentes phases de l'étude d'un produit depuis le problème posé jusqu'à la fabrication de l'objet

PROBLÈMES	RECHERCHE	DESSINS
Problème	Recherche de la fonction technique	
	Recherche d'un principe fonctionnel	Schéma de principe
Principe fonctionnel et données	Recherche des valeurs fonctionnelles	Schéma fonctionnel
Intégration des conditions de fonctionnement	Premières mises en relation	Solutions partielles ↓
Intégration des conditions d'utilisation	Relations avec le milieu et l'utilisateur	Interdépendances ↓
Organisation architecturale	Harmonisation des relations	Compromis ↓
Conditions économiques	Influence des conditions économiques sur ce qui précède	Synthèse ↓
Conditions de fabrication	Relation avec les moyens de production	Dessin de définition ↓
		Dessin de fabrication

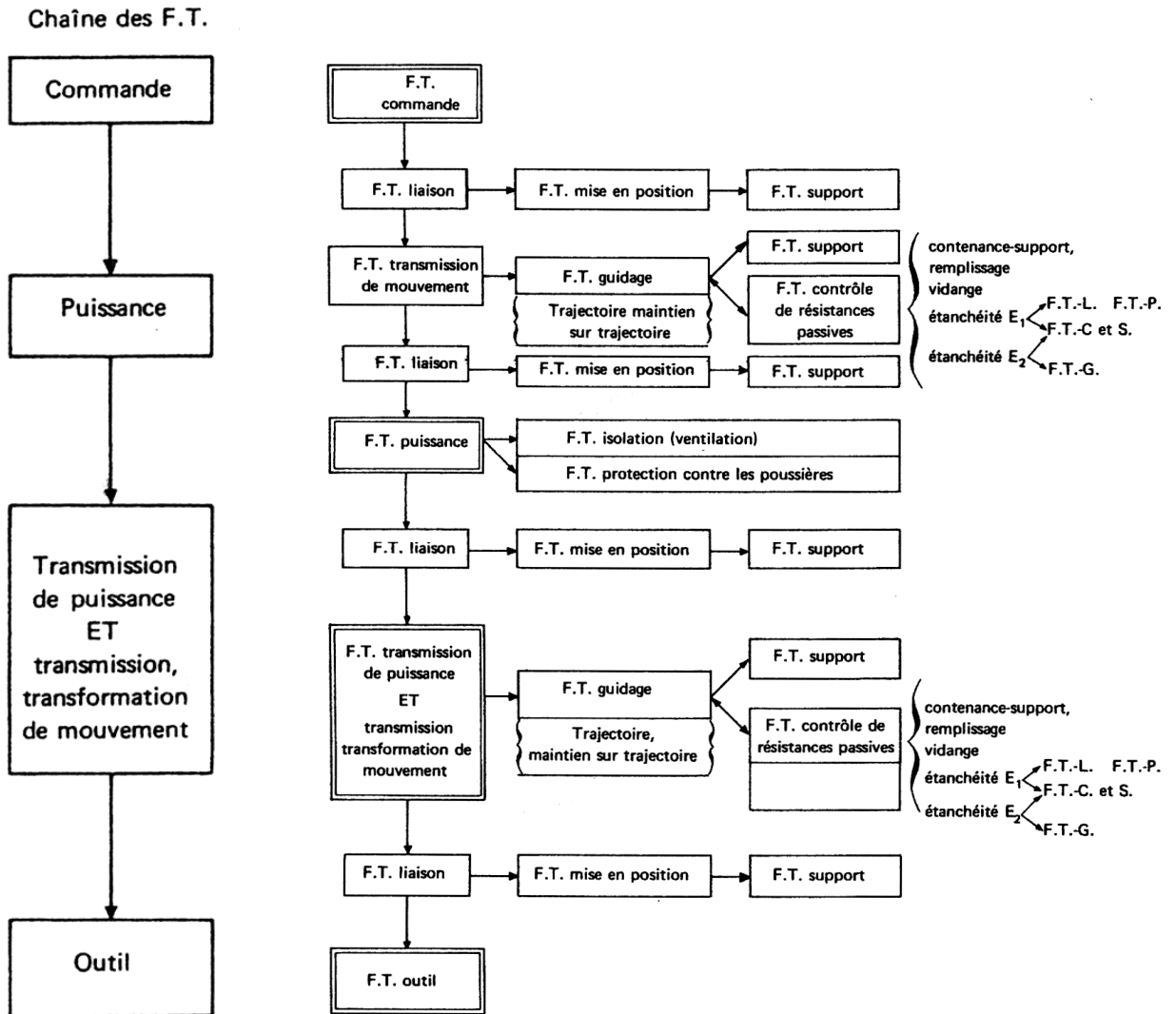
Deforge Yves (1970). *L'éducation technologique*. Préface du recteur Jean Capelle. Paris : Casterman. (p. 116).

### 9.32 L'objet technique : des contraintes et des fonctions de principes en relations



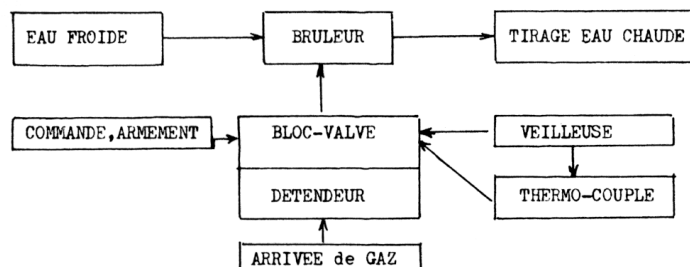
Deforge Yves (1970). *L'éducation technologique*. Préface du recteur Jean Capelle. Paris : Casterman. (p. 84).

### 9.33 Chaîne verticale des fonctions techniques principales (à gauche) et chaînes horizontales des fonctions technique de base (à droite) d'un batteur électrique pour travaux culinaires



Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 213 et 214).

### 9.34 Schéma mixte sous forme d'organigramme où se mélangent fonctions, composants et matière d'œuvre (chauffe-eau)



MEN (1974). Ministère de l'Éducation nationale. Concours général de construction des classes de première F1, F2 et F3. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 184, 41-45. (p. 45).

## 9.35 Détermination et schématisation des fonctions principales

### 9.35.1 Constatations effectuées sur l'objet

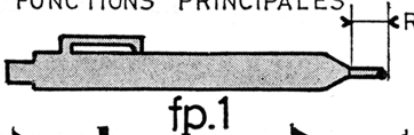
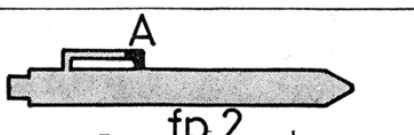
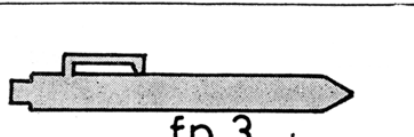
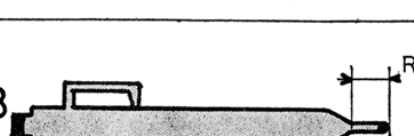
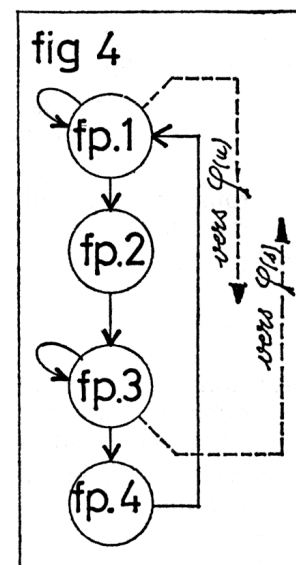
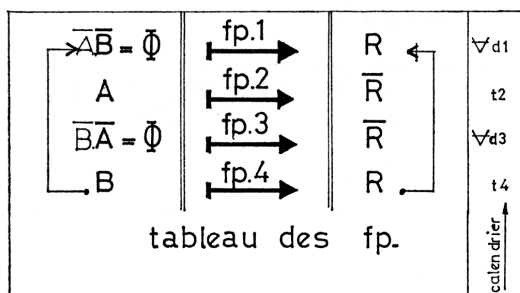
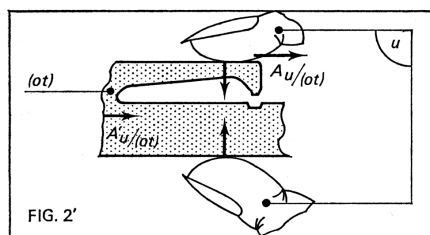
ACTIONS	FONCTIONS PRINCIPALES	RÉSULTATS
pendant une durée $d_1$ indéterminée pas d'action (ni en A, ni en B)		saillie de la cartouche (bille) / au corps : R, conservé
à l'instant $t_2$ action zone A		disparition du résultat précédent
pendant une durée $d_3$ indéterminée pas d'action (ni en A, ni en B)		résultat antérieur conservé
à l'instant $t_4$ action zone B		saillie de la cartouche (bille) / au corps : R

fig 1

### 9.35.2 Détail de l'action (fig. 2), tableau d'analyse et schéma fonctionnel représentatif du cycle de fonctionnement de l'objet (fig. 4)



Chabal Jean-Paul, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 22 et 23).

## 9.36 Intégration de l'analyse dans la progression pédagogique.

### 9.36.1 Progression d'atelier traditionnelle

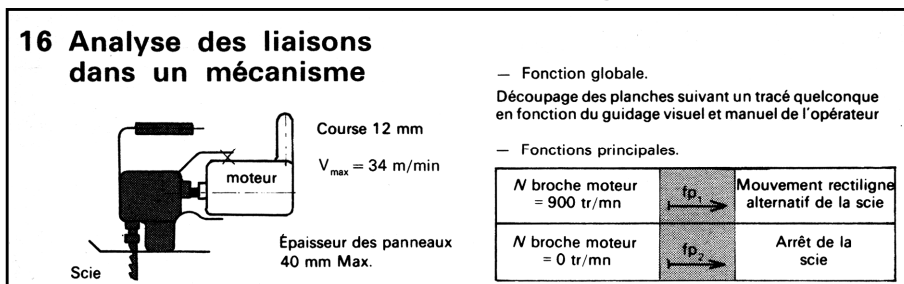
ACQUISITIONS DE FABRICATION														
PRESCRIPTION SUR LA PIÈCE					OBTENTION DES PIÈCES						MONTAGE DÉMONTAGE			THÈME N°
Tolérances				Matériau	Enlèvement de matière	Découpage	Formage	Moulage	Dépôts électrolytiques	Traitements thermiques	Matrice d'analyse	Graphique ordonné	Réglages	
Dimension	Forme	État de surf.	Position : // I. etc...	Nature										

### 9.36.2 Progression de technologie comportant une part d'analyse fonctionnelle

ACQUISITIONS MÉTHODOLOGIQUES																												
THÈME N°	OBJET/ENVIRONNEMENT					RELATIONS INTERNES A L'OBJET							RELATION ENTRE OBJETS															
	Frontière	Fonc. globale	Entrées. Sorties	Mat. d'œuvre	Tableau de F.P	Conditions	Classes d'équiv.	Rel. entre classes	Schéma de liais. élémentaires	Schéma d'un mécanisme	Cotation						Étude comparative	Notion de famille	Combinatoire	Créativité								
											de:	entre:	chaînes de:	Côtés	Axes	Axes pl.				Plans //	n. cotes	3 cotes	2 cotes	Sol. réciproques				
																								Forme	Mouvement	Effort		

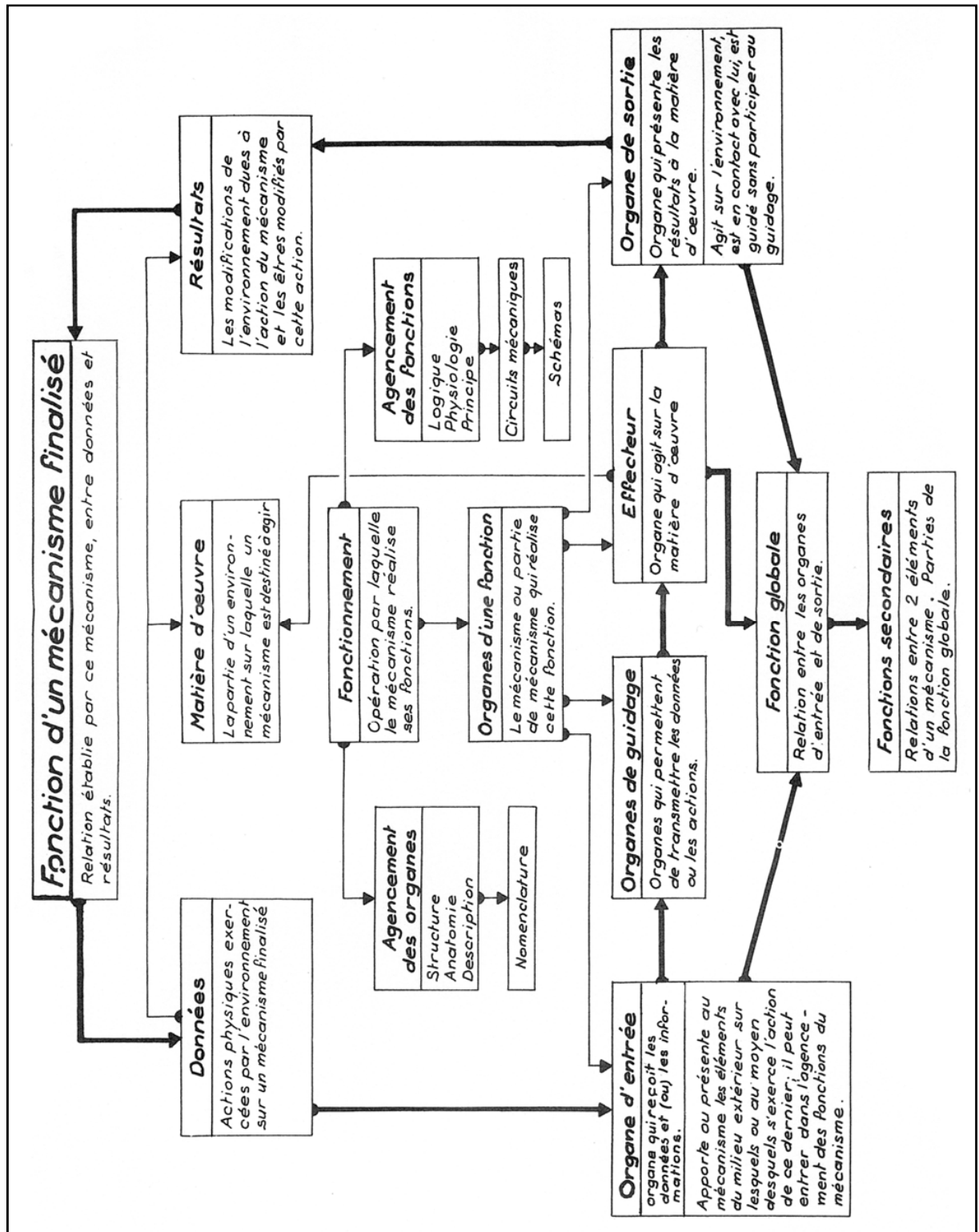
Chabal Jean, De Preester Roger (1974). *Enseignement de la construction mécanique. Dessin et technologie, niveau 1, fascicule A.* (Feuillet A3 séparé). Paris : Foucher.

## 9.37 Décomposition d'une fonction globale en fonctions principales



Longeot Henri, Jourdan Laurent (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde.* Paris : Dunod. (p. 14).

9.38 Esquisse de bilan des concepts développés durant la décennie 1970 pour l'analyse d'objet technique (ici mécanisme finalisé)



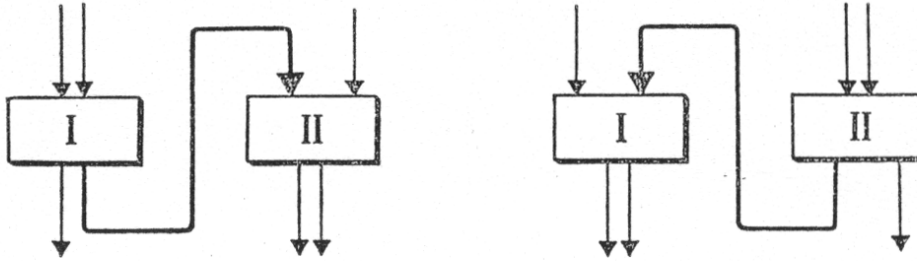
Calvet, Courtinot, Durand, Hugenschmitt, Perruchot (1976). *Éléments d'analyse technique (fonction d'un mécanisme finalisé)*. *Techniques Industrielles*, 77/78, 55-58, supplément calque A 3 détachable 6-3-3-1.



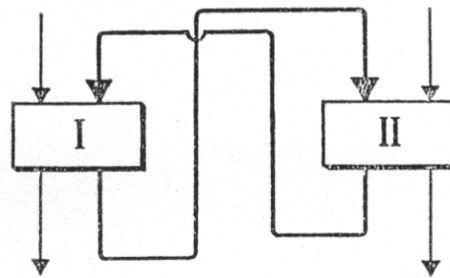
## 9.39 Diagrammes de couplage de systèmes

### 9.39.1 Différents modes de couplage de systèmes

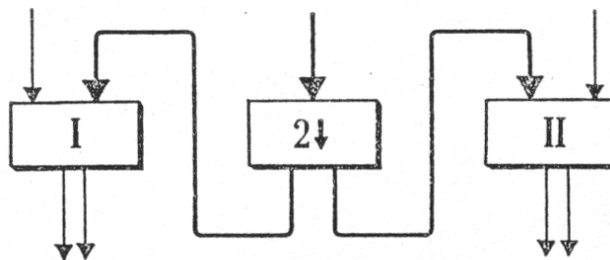
#### *Couplage en série*



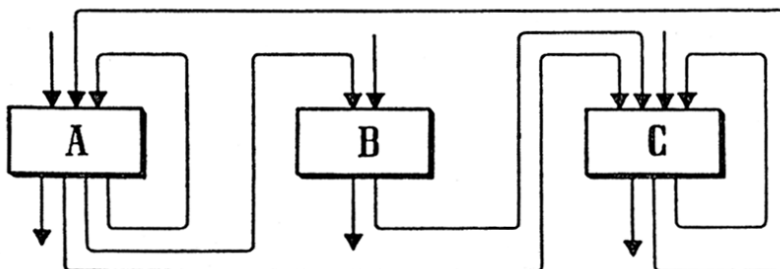
#### *Couplage à réaction*



#### *Couplage en parallèle*

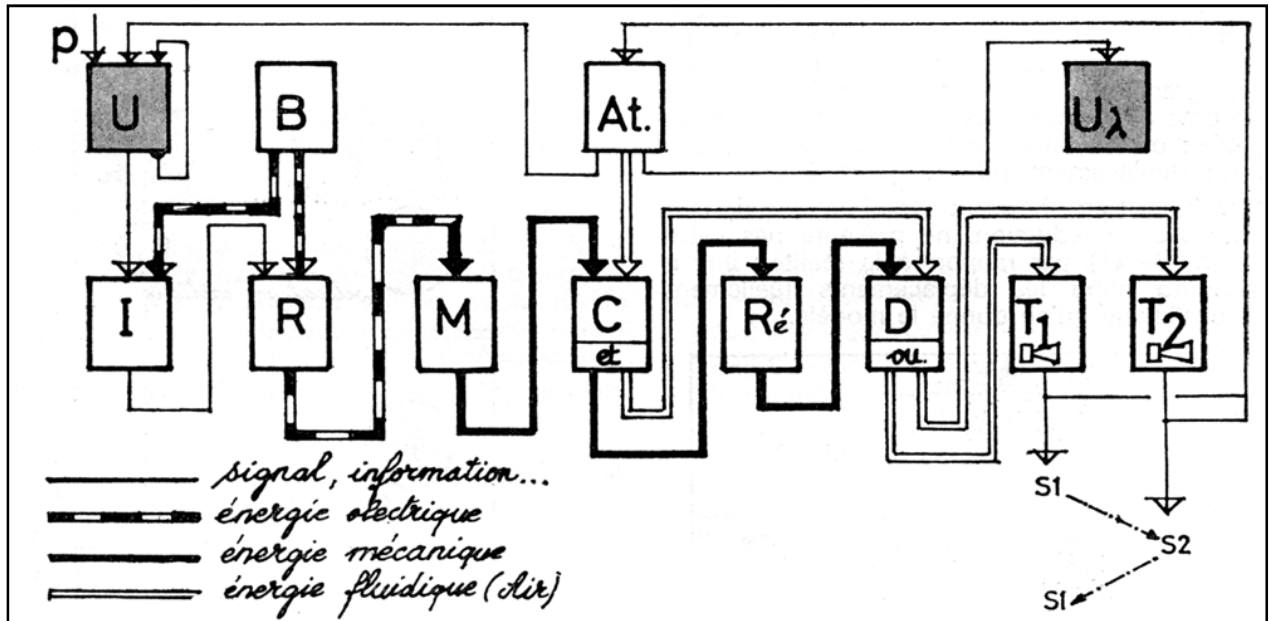


### 9.39.2 Combinaison de couplage de systèmes



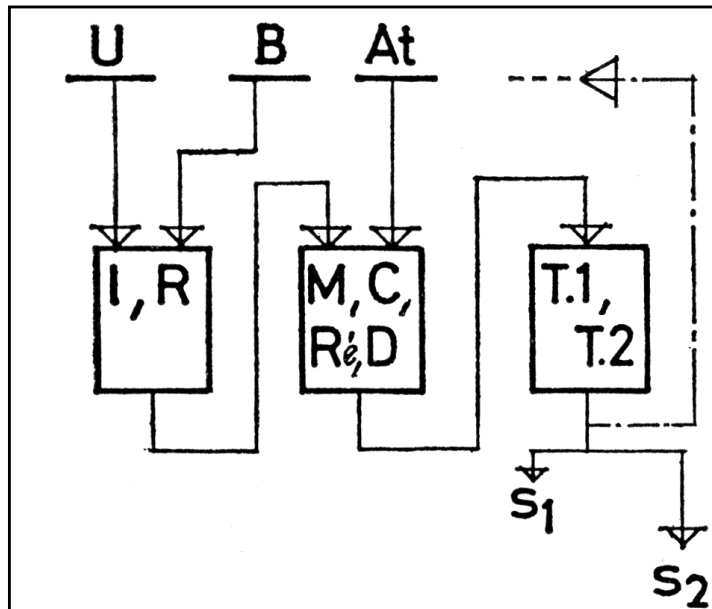
Greniewski Henryk (1965). *Cybernétique sans mathématiques 1*. Préface de Louis Couffignal. Traduction de la version anglaise par le professeur Perroux. Paris : Gauthier-Villars. (p. 17 et 23).

**9.40 Schéma d'organisation technologique général ou synoptique selon Chabal et al. (appliqué à un avertisseur sonore)**



Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 56).

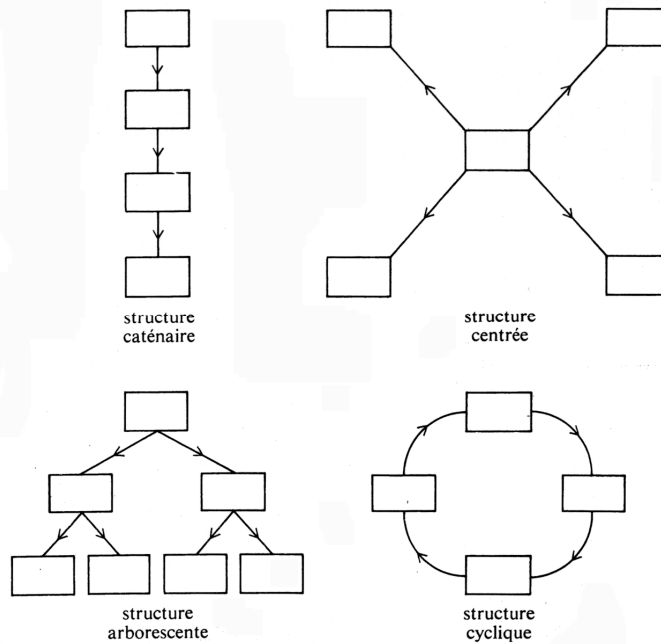
**9.41 Schéma d'organisation technologique condensé selon Chabal et al. (appliqué à avertisseur sonore)**



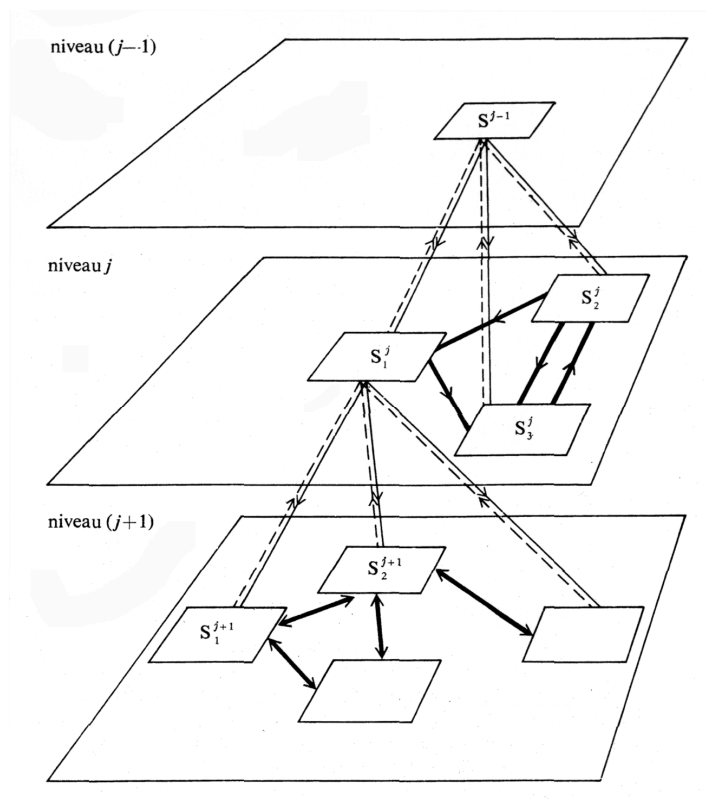
Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 57).

## 9.42 Système et sous-systèmes selon Bernard Walliser

### 9.42.1 Différents modes d'organisations relationnelles



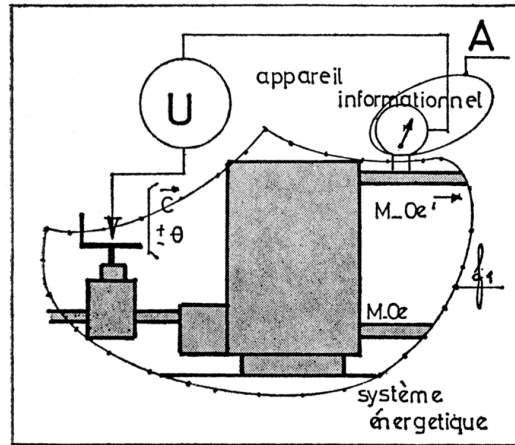
### 9.42.2 Structure relationnelle hiérarchisée



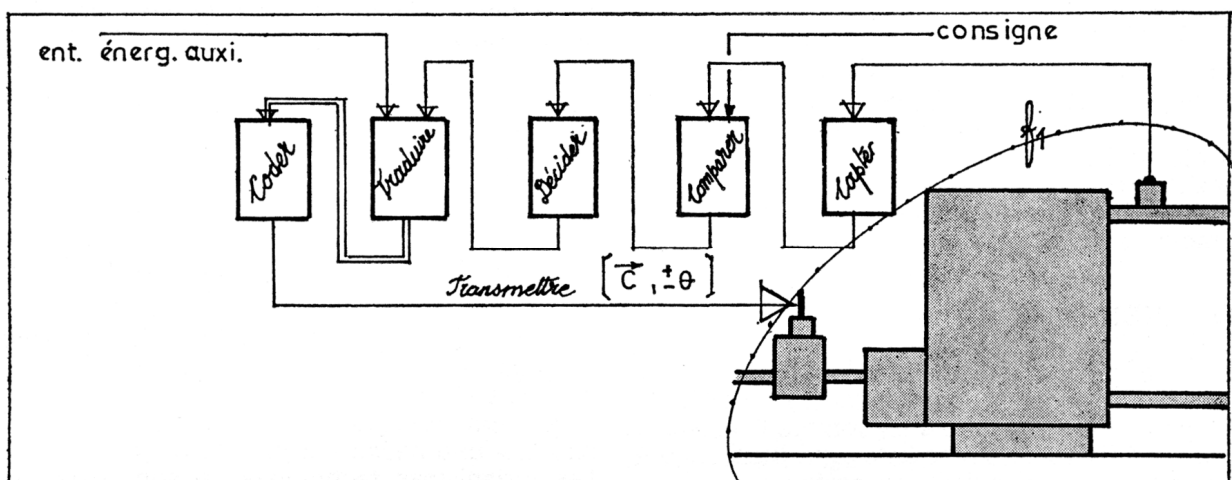
Walliser Bernard (1977). *Systèmes et modèles - Introduction critique à l'analyse des systèmes*. Paris : Seuil. (p. 53 et 55).

## 9.43 Schéma fonctionnel d'un système (verbes d'action déclinés à l'infinifif)

### 9.43.1 Délimitation de la frontière (f1) d'un système énergétique (générateur thermique)

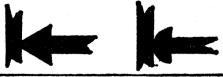


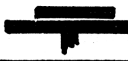

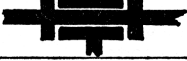




### 9.43.2 Schéma fonctionnel d'un système informationnel couplé à un système énergétique (fonctions représentées par un verbe d'action à l'infinifif)



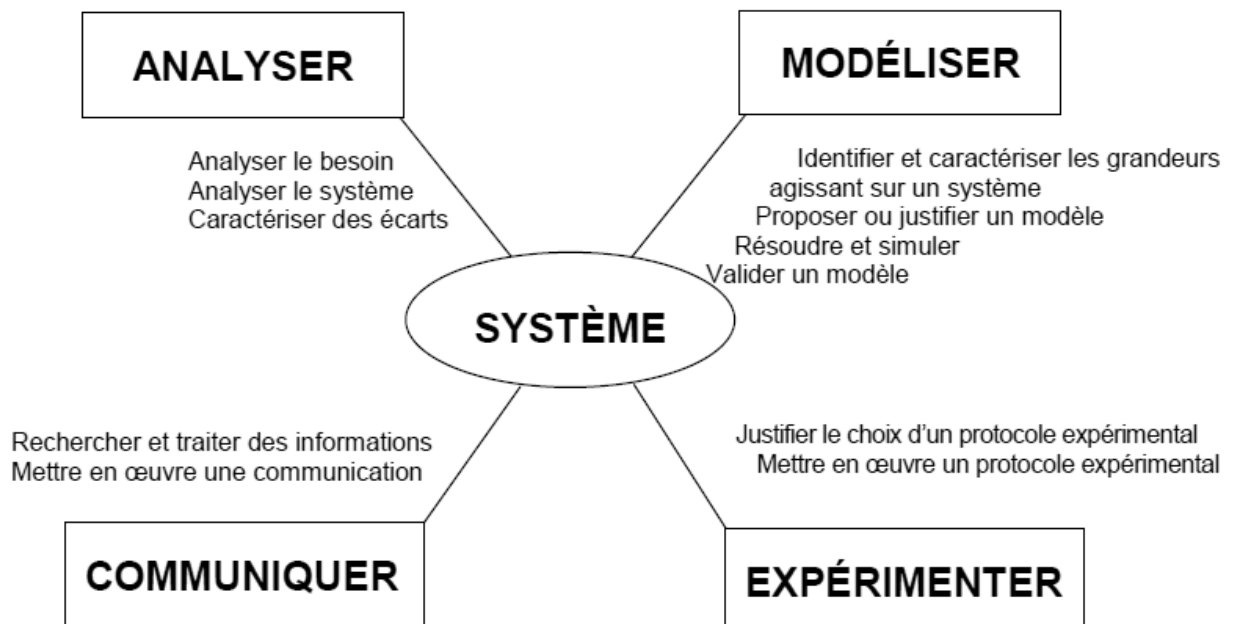
Chabal Jean, De Preester Roger, Slafer Jean, Duce! René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 19).

### 9.44 Synthèse des symboles de liaisons (non encore normalisés) à partir de sources originaires des U.S.A., d'Allemagne et de France

liaisons	appui ponctuel	-1	
	anneau	-2	
	sphérique	-3	
	appui plan	-3	
	verrou	-4	
	rotoïde	-5	
	prismatique	-5	
	hélicoïdale	-5	

Chabal Jean, De Preester Roger, Sclafer Jean, Ducel René (1973). *Méthodologie de la construction mécanique*. Paris : Foucher. (p. 63).

### 9.45 Compétences terminales visées par les programmes de sciences de l'ingénieur 2011 du cycle terminal de la série scientifique du baccalauréat



BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique. Annexe.



---

École doctorale n° 180 « SHS »

---

**Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation  
depuis la Libération.**

---

Christian HAMON

---

Thèse de doctorat, sciences de l'éducation,  
sous la direction de M. LEBEAUME Joël, Professeur des Universités.

---

Soutenue le 19 juin 2012

---

Membres du jury :

Pr. Jacques GINESTIÉ	Université d'Aix-Marseille
Pr. Pierre KAHN	Université de Caen
Pr. Jean-Louis MARTINAND	ENS Cachan
Pr. Philippe GIRARD	Université Montesquieu Bordeaux IV
Pr. Pierre LAMARD	Université de technologie de Belfort-Montbéliard
Pr. Joël LEBEAUME	Université Paris Descartes
Pr. Jean-Jacques LESAGE	ENS Cachan
M. Dominique TARAUD	Inspecteur général de l'Éducation nationale STI

---

**Annexe - Volume V / V**

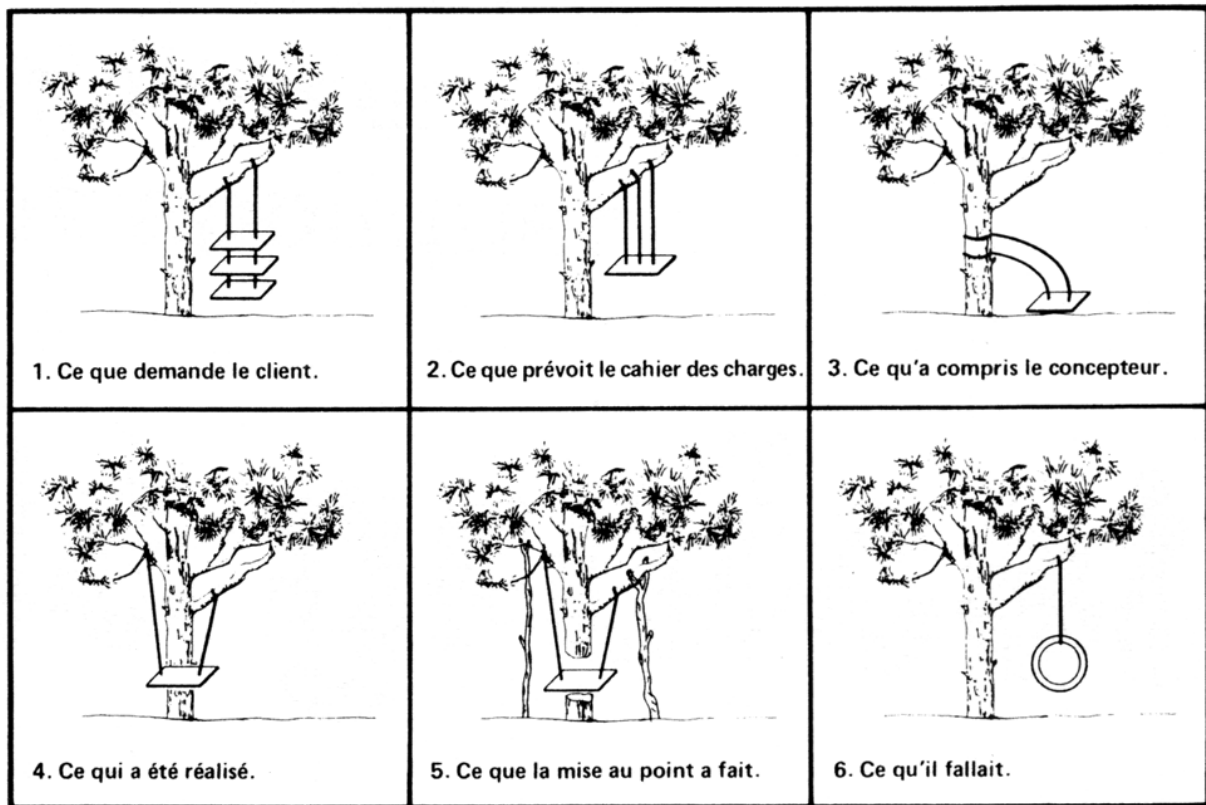
N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Laboratoire Éducation et Apprentissage (EDA).  
Équipe d'accueil (EA 4071) du département sciences humaines et humanités de  
l'Université Paris Descartes. Sorbonne Paris Cité.  
Centre Universitaire des Saints-Pères. 45, rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06.

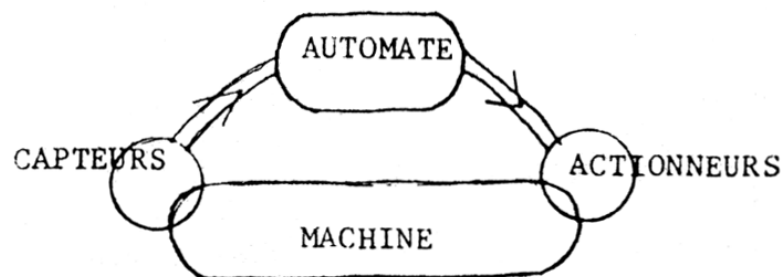
## **10. 1979-1984, l'intégration de la technologie au lycée – Le paradigme des systèmes automatisés**

## 10.1 Utilité d'un cahier des charges rigoureux



Blanchard Michel (1979). *Comprendre, maîtriser et appliquer le Grafcet*. Toulouse : Cepadues. (Dessin publié avec la mention : « dû à un dessinateur anglais anonyme »).

## 10.2 Représentation graphique d'une machine commandée par un automate programmable industriel (API)

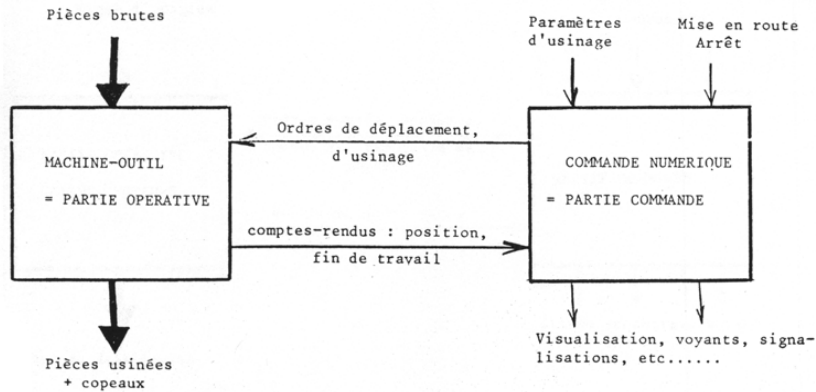


Tournier Yves (1977). Philosophie et domaine d'emploi des automates programmables. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 204, 27-29.

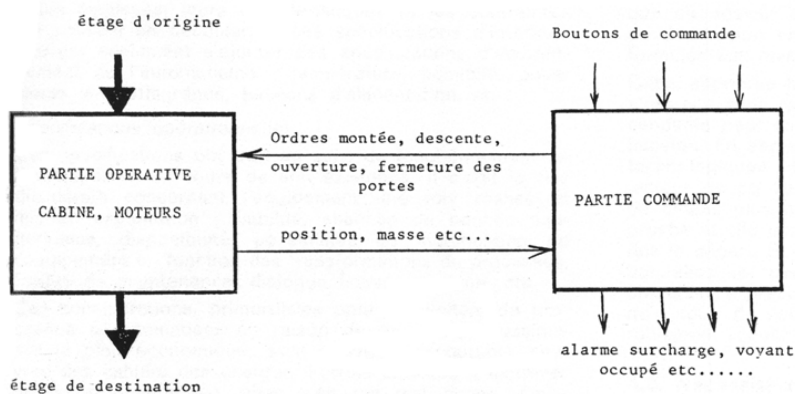


## 10.3 Un schéma fondamental pour symboliser la philosophie sur laquelle repose la présentation du cahier des charges d'un automate en 1977

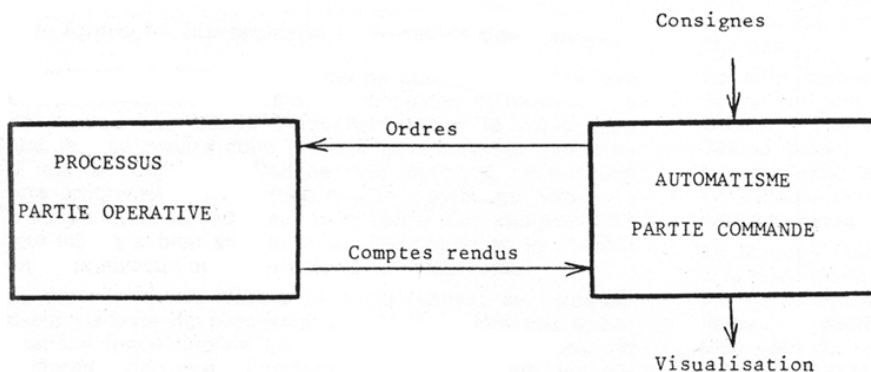
### 10.3.1 Schéma d'un ascenseur



### 10.3.2 Schéma d'une machine-outil à commande numérique (MOCN)

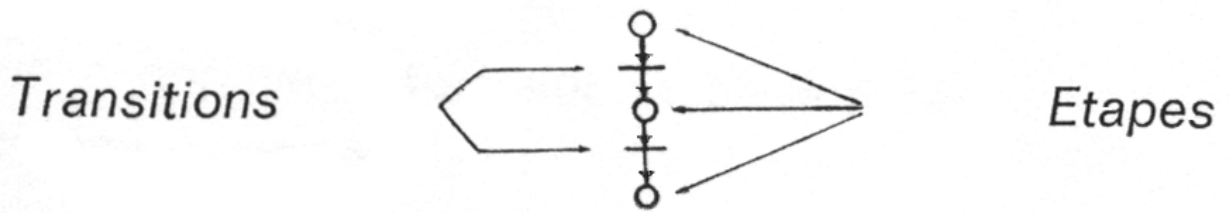


### 10.3.3 Schéma général d'un automate



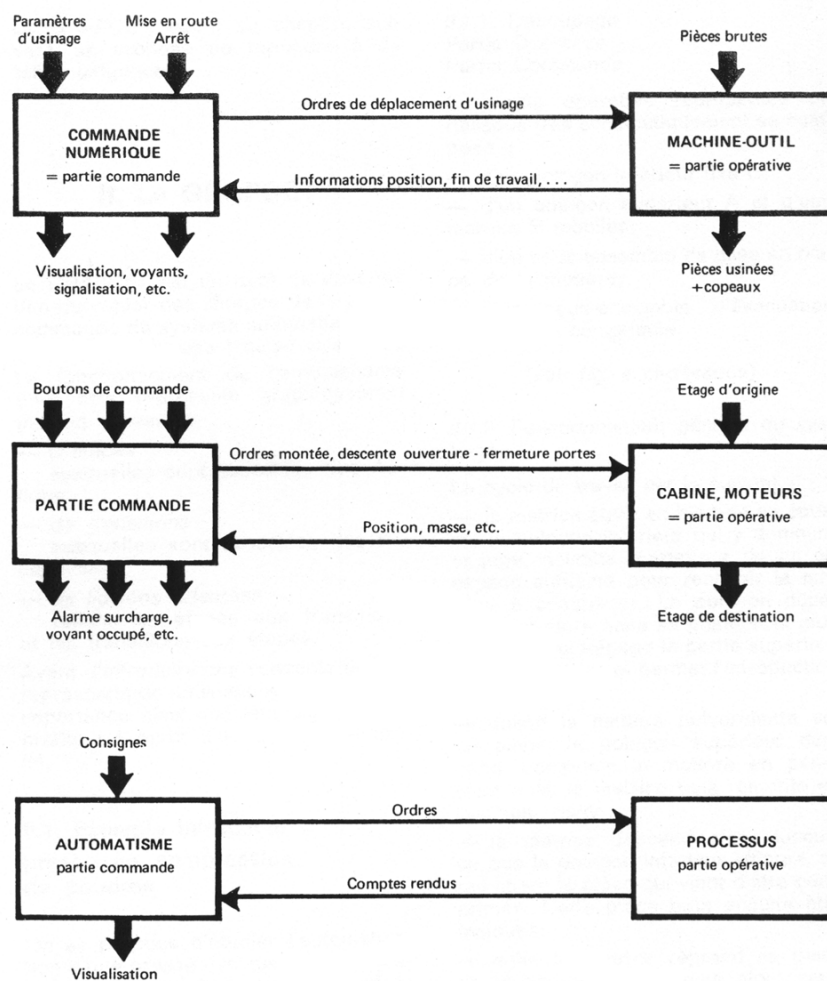
AFCET (1977). *Rapport final de la commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automate logique*. Groupe de travail A.F.C.E.T. « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22. (p. 15 et 16).

10.4 Premier formalisme (emprunté aux réseaux de Pétri) pour représenter le cahier des charges d'un automatisme sous forme de diagramme fonctionnel (GRAFCET)



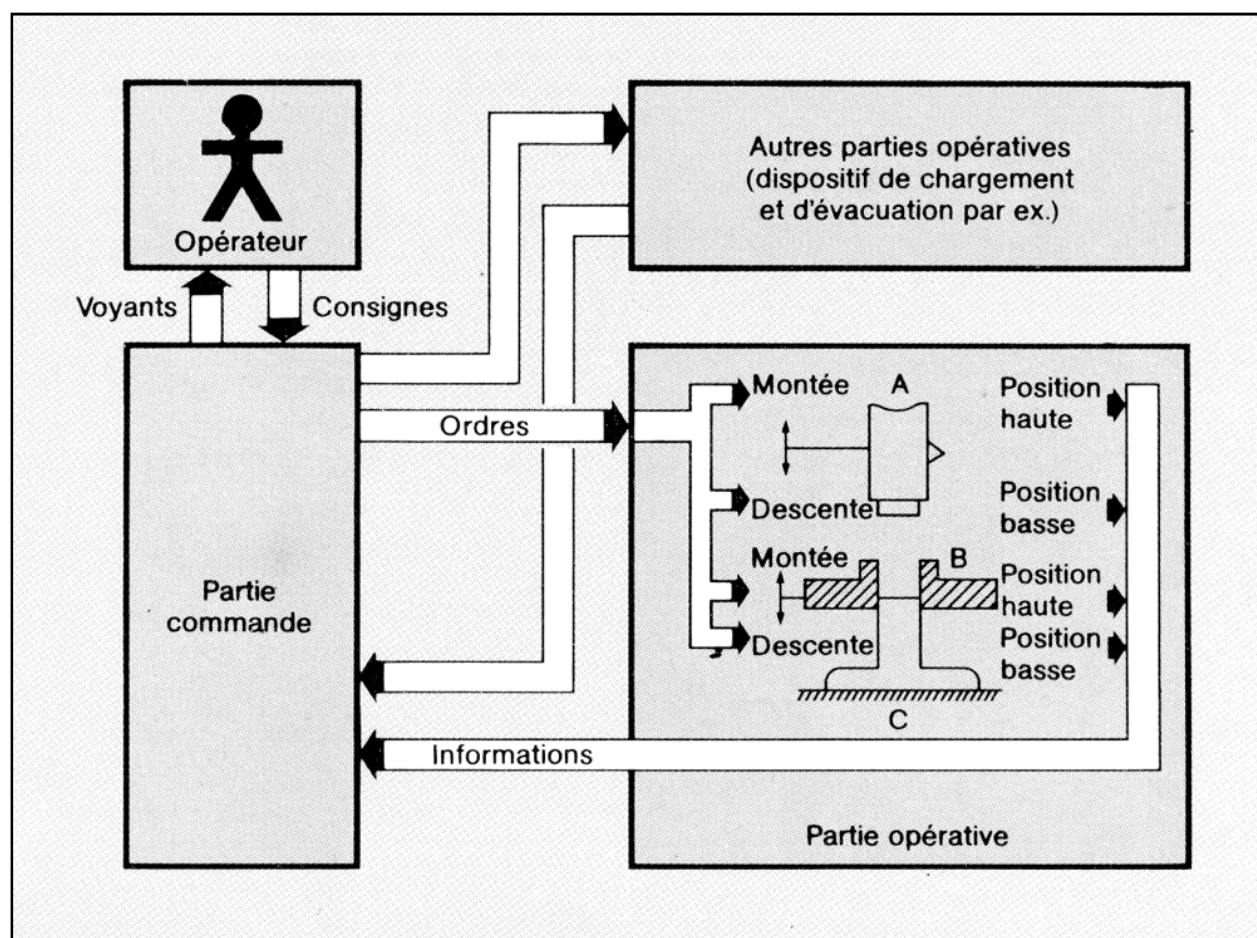
AFCET (1977). Rapport final de la commission de normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automatisme logique. Groupe de travail A.F.C.E.T. « Systèmes logiques ». *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 213, 15-22. (p. 19).

10.5 Philosophie « partie commande, partie opérative »  
(la représentation à gauche de la partie commande est plus judicieuse)  
1979



ADEPA (1979). « Le GRAFCET » Diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26. (p. 10).

### 10.6 Schématisation d'une presse industrielle automatisée selon la philosophie « partie commande, partie opérative » pour servir d'exemple d'utilisation du GRAFCET

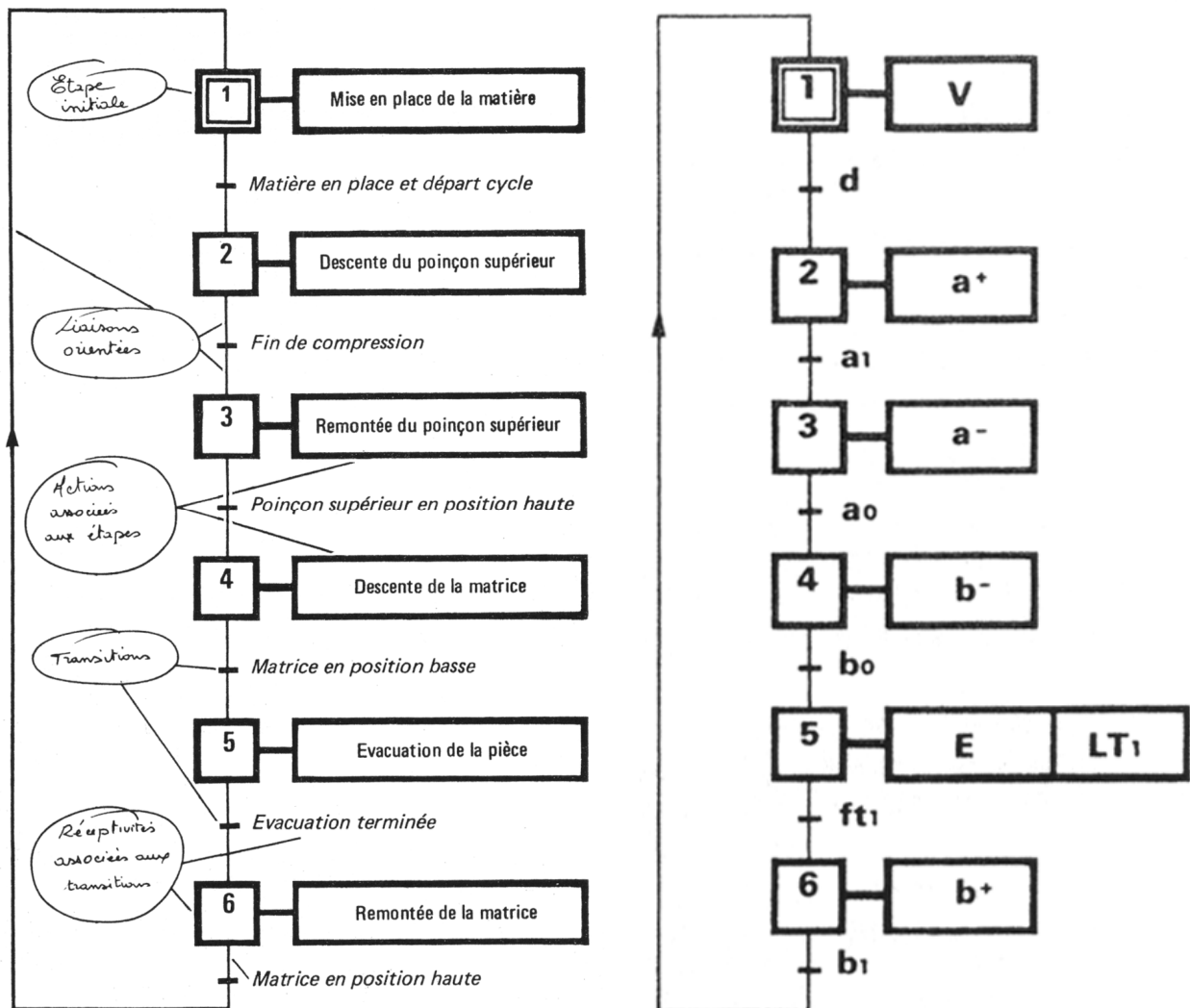


(Voir page suivante le cahier des charges sous forme de GRAFCET de niveaux 1 et 2 de la presse industrielle automatisée)

Télémechanique. (1979). Mode de représentation d'un cahier des charges d'un automate industriel. LE GRAFCET. *Télécontact*, 128, 2-8. (p. 4).

## 10.7 GRAFCET d'une presse industrielle automatisée

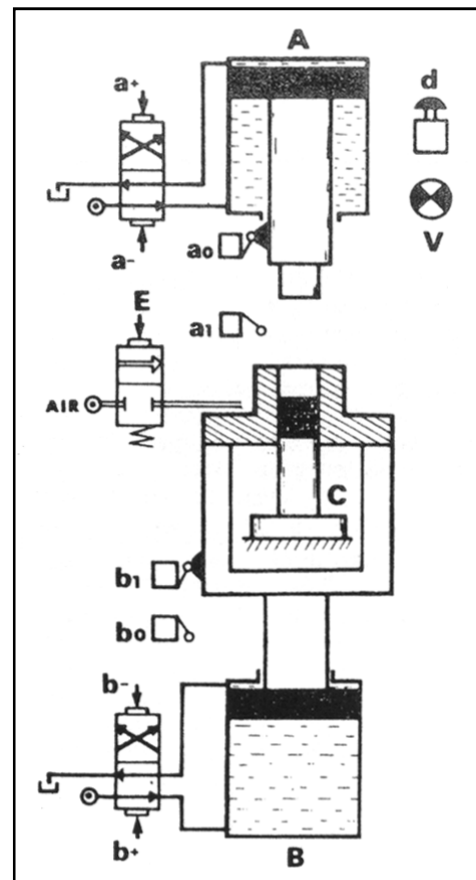
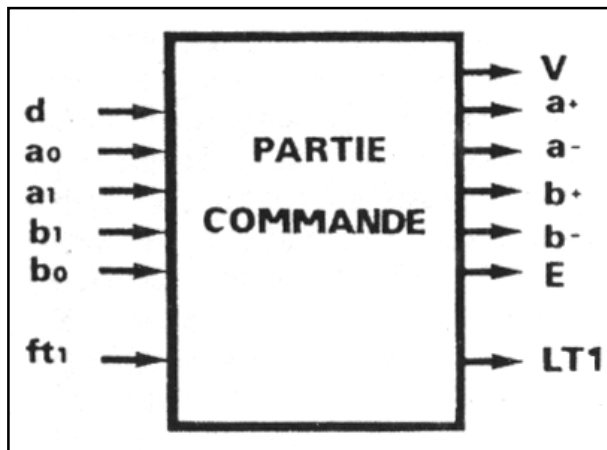
### 10.7.1 GRAFCET de niveau 1 (fonctionnel) et de niveau 2 (matériel) d'une presse industrielle



(Voir page suivante le détail des parties commandes et opératives la presse industrielle automatisée)

ADEPA (1979). « Le GRAFCET » Diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26. (p. 12 et 13).

## 10.7.2 Description de la partie commande (automate programmable industriel) et de la partie opérative de la presse industrielle automatisée



ADEPA (1979). « Le GRAFCET » Diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26. (p. 13).

## 10.7.3 Ordres et comptes rendus échangés entre la partie commande et la partie opérative de la presse industrielle automatisée

ORDRES	INFORMATIONS
<p>vers le milieu extérieur et l'opérateur V : voyant « Prêt »</p> <p>commande des actionneurs a + : descente poinçon a - : remontée poinçon b - : descente matrice b + : remontée matrice E : évacuation</p> <p>lancement de temporisations LT1 : lancement temporisation d'évacuation</p>	<p>déroulement du cycle d: autorisation de départ cycle</p> <p>fin de course des actionneurs a<sub>1</sub> : position basse du poinçon a<sub>0</sub> : position haute du poinçon b<sub>0</sub> : position basse de la matrice b<sub>1</sub> : position haute de la matrice</p> <p>fin de temporisation ft<sub>1</sub> : fin de temporisation d'évacuation</p> <p><b>Nota :</b> Les arrêts d'urgence, les modes de marche et les sécurités ne sont pas traités.</p>

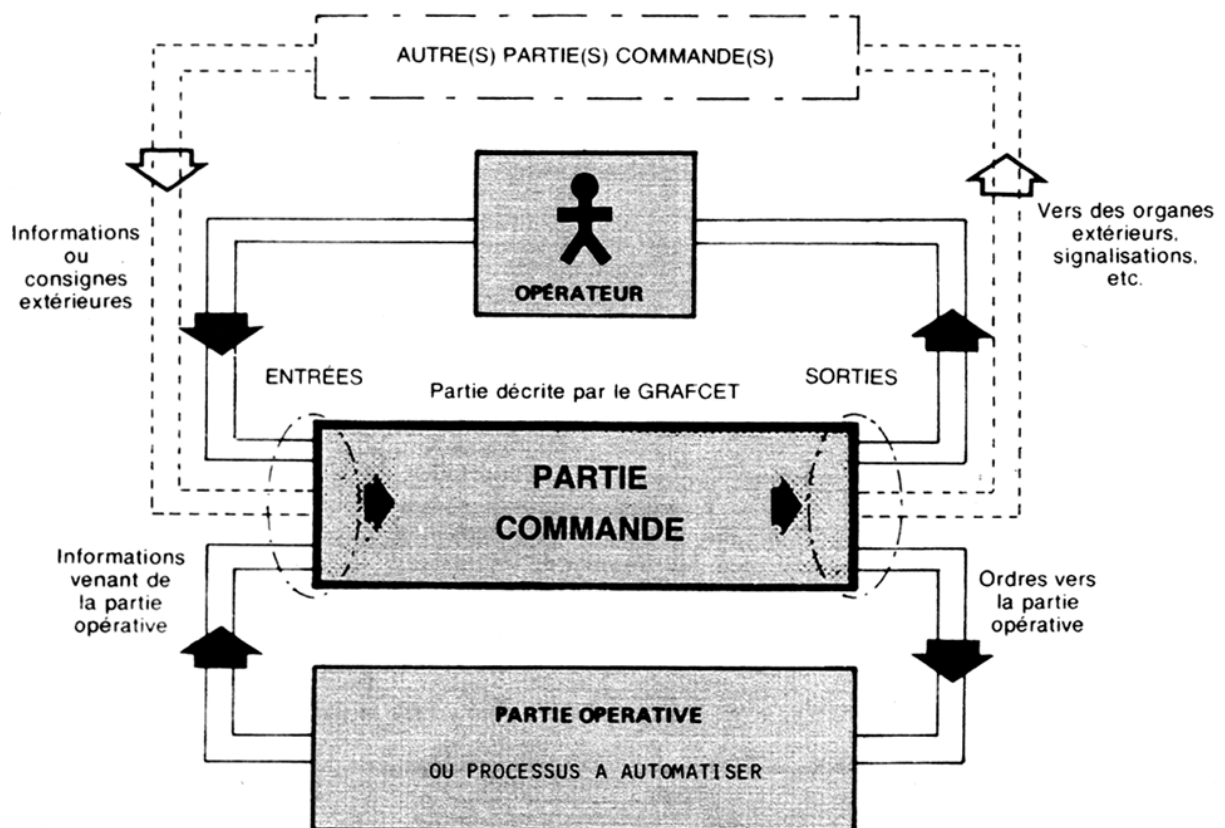
ADEPA (1979). « Le GRAFCET » Diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 219, 9-26. (p. 13).

## 10.8 Schéma d'un système automatisé, norme NF C 30-190 (extrait)

### « 2.1. Partie commande - partie opérative »

Un système automatisé se décompose en deux parties indépendantes :

- la partie opérative est le processus à automatiser
- la partie commande est l'automatisme qui, en fonction des « ENTREES » (informations externes venant de la partie opérative, consignes extérieures, etc.) élabore en « SORTIES » des ordres externes destinée à la partie opérative ou à des éléments extérieurs. »



AFNOR (1982). Schémas, diagrammes, tableaux. Norme NF C 03-190. Juin 1982. Diagramme fonctionnel « GRAFCET » pour la description des systèmes logiques de commande. Adopté le 20 novembre 1981. Paris : AFNOR.

## 10.9 Liste des brevets de technicien (BT) qui conservent des classes de secondes spécifiques

Ameublement ; blanchisserie, teinturerie industrielle ; dessinateur en arts appliqués ; dessinateur - maquettiste ; facture - instrumentale ; habilleur - réalisateur du spectacle ; hôtellerie ; industries graphiques ; machiniste - constructeur du spectacle ; métiers de la musique ; miroiterie ; papetier ; podo-orthésiste ; représentation ; topographie ; transports ; vêtement.

Arrêté du 31 octobre 1980. BO n° 41 du 20 novembre 1980, p. 3280. Organisation des enseignements et aménagement des horaires de la classe de seconde des lycées.

## 10.10 Poursuite d'étude pour les titulaires d'un brevet de technicien (BT) vers les brevets de techniciens supérieurs (BTS) de spécialités équivalentes

BT	Automobile (techniques et service)	BTS	Exploitation des véhicules à moteur
		BTS	Moteurs à combustion interne
		BTS	Maintenance
BT	Chaudronnerie et tuyauterie industrielle	BTS	Chaudronnerie et tuyauterie industrielles
		BTS	Construction Navale (coque et armement)
BT	Forge mécanique et estampage	BTS	Forge et estampage
BT	Fonderie sur modèles	BTS	Fonderie
BT	Fonderie en moules métalliques	BTS	Fonderie en moules métalliques
BT	Modelage mécanique		
BT	Electroplastie et traitement des surfaces	BTS	Traitements thermiques et métallurgie
BT	Mise en œuvre des matières plastiques	BTS	Transformation des matières plastiques
BT	Contrôle et régulation	BTS	Contrôle industriel et régulation automatique
BT	Industries des céréales	BTS	Industries des céréales
BT	Négoce et réparation de matériels : — mécanique agricole, — travaux publics et de bâtiment	BTS	Exploitation des véhicules à moteur
		BTS	Maintenance
BT	Ouvrages métalliques	BTS	Constructions métalliques
BT	Exécution de travaux (bâtiment et travaux publics)	BTS	Adjoint technique d'entreprise du bâtiment
		BTS	Adjoint technique d'entreprise des travaux publics
BT	Études de prix du bâtiment	BTS	Études de prix du bâtiment
BT	Collaborateur d'architecte	BTS	Études de prix du bâtiment
BT	Peinture et revêtement (sols et murs)		
BT	Ouvrage en bois dans le bâtiment (construction, agencement, décoration)	BTS	Architecture intérieure et de modèles : création - fabrication - agencement
BT	Industries et commerce du bois : — exploitation, débit, négoce, — industries de transformation	BTS	Industries du bois : — technico-commercial — fabrication
BT	Agencement	BTS	Architecture intérieure et de modèles : création - fabrication - agencement
BT	Ameublement : Ébénisterie, Menuiserie en sièges Tapisserie		
BT	Commerce de l'Ameublement		
BT	Dessinateur en arts appliqués	BTS	Esthétique industrielle
BT	Fabrication du verre		
BT	Transformation du verre		
BT	Céramiste : Céramique industrielle générale Céramique bâtiment	BTS	Industries céramiques
		BTS	Créateur en art céramique
BT	Fabrications textiles : Tissage - Filature - Bonneterie	BTS	Fabrications textiles : Tissage - Filature - Bonneterie
BT	Industries de l'habillement	BTS	Industries de l'habillement
BT	Vêtement (création et mesure)		
BT	Papetier		
BT	Production et utilisation des cuirs et peaux — Études — Fabrication	BTS	Industries du Cuir : — Tannerie, mégisserie — Industries de la chaussure — Technico-commerciales des industries et commerce des cuirs et peaux, de la chaussure, de la maroquinerie et de la ganterie
BT	Blanchisserie, teinturerie industrielle	BTS	Blanchiment, teinture, impression, apprêt

Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de secondes. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20. (p. 17).

## 10.11 Poursuite d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) industriel vers les brevets de techniciens supérieurs (BTS) de spécialités équivalentes

### I. — Titulaire des BTn option génie mécanique (F 1 - F 10)

BTS Bureau d'études (construction mécanique)  
Fabrication Mécanique  
Mécanique Automatismes  
Assistant (e) technique d'Ingénieur  
Technico-commercial  
Maintenance  
Micromécanique  
Instruments d'optique et de précision  
Opticien lunetier  
Traitements thermiques et métallurgie

### II. — Titulaire des BTn option génie électrique (F 2 - F 3)

BTS Électronicien  
Contrôle industriel et régulation automatique  
Électrotechnique  
Froid et climatisation  
Assistant (e) technique d'Ingénieur  
Technico-commercial  
Maintenance

### III. — Titulaire des BTn option Génie civil (F 4 - F 9)

BTS Adjoint technique d'entreprise du bâtiment  
Adjoint technique d'entreprise des travaux publics  
Métiers du bâtiment : couverture - plomberie - installations sanitaires -  
installations thermiques  
Études de prix du bâtiment  
Constructions métalliques

Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de secondes. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20. (p. 18).



## 10.12 Poursuite d'étude pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) vers les diplômes universitaires de technologie (DUT) de spécialités équivalentes

### I. — Titulaire des BTn des voies industrielles

DUT Génie mécanique  
Génie thermique  
Génie électrique  
Génie civil

Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de secondes. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20. (p. 19).

## 10.13 Liste des établissements où existent des classes préparatoires technologiques TA destinées aux titulaires d'un baccalauréat de technicien (BTn) en 1980

LTEG, Raspail, 75014 Paris  
LTEM, 93600 Aulnay-sous-Bois  
LTNM, 95310 Saint-Ouen-l'Aumône  
ELTI, Gustave-Eiffel, 94230 Cachan  
LTEM, 59399 Valenciennes  
LTEG, Louis-Vincent, 57000 Metz  
LTEG, Viette, 25200 Montbéliard  
LTEM, Gasquet, 63000 Clermont-Ferrand  
LTNM, Branly, 69000 Lyon  
LEG, J.-B.-Dumas, 30100 Ales  
LTNM, Rouvière, 83100 Toulon  
LTEM, Rascol, 81000 Albi  
LT, Vieiljeux, 17000 La Rochelle  
LTEM, Aristide-Briand, 44600 Saint-Nazaire  
LTNM, Chaptal, 22000 Saint-Brieuc

Longeot Henri (1980). Rentrée 1981 : de nouvelles classes de secondes. Orientation et enseignement. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 226, 15-20. (p. 19).

**10.14 Correspondances entre les BEP industriels et les baccalauréats de technicien (BTn) et les brevets de technicien (BT) pour le passage des élèves titulaires d'un BEP en classe de première d'adaptation**

Brevet d'études professionnelles	Brevet de technicien ou baccalauréat de technicien
Electrotechnique (toutes options)	B.T.n Electrotechnique (F 3)
Electrotechnique — Option A : électromécanique	B.T.n Electrotechnique (F 3) B.T. Mise en œuvre des matières plastiques
Electrotechnique — Option C : télécommunication et courants faibles Agent d'exploitation des équipements audio-visuels	B.T.n Electrotechnique (F 2)  B.T.n, Electrotechnique (F 3)
Electronique	B.T.n Electronique (F 2)
Mécanicien-monteur	B.T.n Construction mécanique (F 1) B.T.n Microtechniques (F 10) B.T. Mise en œuvre des matières plastiques
Opticien de précision Micromécanique, option : instruments d'optique	B.T.n Microtechniques (F 10) option : optique
Micromécanique, option : applications mécaniques et outillages	B.T.n Microtechniques (F 10) option : appareillage B.T.n Construction mécanique (F 1)
Micromécanique, option : horlogerie	B.T.n Microtechniques (F 10) option : appareillage
Micromécanique, option : appareillage	B.T.n Microtechniques (F 10) option : appareillage B.T. Contrôle et régulation
Mécanicien-réparateur de matériels	B.T. Négoce et réparation de matériels B.T. de l'automobile (technique et service)

Brevet d'études professionnelles	Brevet de technicien ou baccalauréat de technicien
Automobile (technique et service)	B.T. de l'automobile (technique et service) B.T. Négoce et réparation de matériels
Carrosserie	B.T. de l'automobile (technique et service) B.T. Ouvrages métalliques B.T. Chaudronnerie et tuyauterie industrielle
Constructeur d'ensembles chaudronnés	B.T. Chaudronnerie et tuyauterie industrielle B.T. Ouvrages métalliques
Ouvrages métalliques	B.T. Ouvrages métalliques B.T. Chaudronnerie et tuyauterie industrielle
Modelage mécanique	B.T. Modelage mécanique B.T.n Construction mécanique (F 1) B.T. Mise en œuvre des matières plastiques B.T. Fonderie sur modèles B.T. Fonderie en moules métalliques
Fonderie	B.T. Fonderie sur modèles B.T. Fonderie en moules métalliques
Régleur de machines et d'outillage de moulage, option : fonderie en moules métalliques	B.T. Fonderie en moules métalliques B.T. Fonderie sur modèles B.T. Mise en œuvre de matières plastiques
Régleur de machines et d'outillage de moulage, option : plasturgie	B.T. Mise en œuvre de matières plastiques B.T. Fonderie en moules métalliques
Conducteur d'appareils (trois options)	B.T.n Chimie (F 6) B.T.n Sciences biologiques option : biochimie (F 7) option : biologie (F 7 bis) B.T. Contrôle et régulation
Monteur-dépanneur en froid et climatisation	B.T.n Electrotechnique (F 3) B.T.n Equipement technique du bâtiment (F 9)
Installations sanitaires et thermiques	B.T.n Equipement technique de bâtiment (F 9)

Brevet d'études professionnelles	Brevet de technicien ou baccalauréat de technicien
Constructeurs en génie civil et éléments industrialisés Constructeur de bâtiment Métiers de la pierre	B.T. Exécution de travaux
Dessinateur en génie civil	B.T. Exécution de travaux B.T. Etude de prix de bâtiment
Métré du bâtiment	B.T. Etude de prix de bâtiment
Opérateur, géomètre, topographe	B.T. Topographe
Peinture et revêtements (sols et murs)	B.T. Peinture et revêtements (sols et murs)
Bois : construction, agencement, mobilier	B.T. Construction et aménagement d'ensembles (structure, agencement et menuiserie) B.T. Ameublement B.T. Industries et commerce du bois
Industries textiles, options : — service — réglage — production	B.T. Fabrications textiles B.T. Fabrications textiles B.T. Fabrications textiles
Industrie de l'habillement (trois options)	B.T. Industries de l'habillement
Vêtement, création et mesure	B.T. Vêtement (création et mesure)
Impression Composition Laboratoire des industries graphiques	B.T. des Industries graphiques B.T. des Industries graphiques B.T. des Industries graphiques
Industries des pâtes, papiers et cartons	B.T. Papetier
Cuirs et peaux, option : maroquinerie et activités connexes	B.T. Fabrication mécanique de la chaussure
Cuirs et peaux, option : industrie de la chaussure	B.T. Fabrication mécanique de la chaussure
Carrières sanitaires et sociales	B.T.n Sciences médico-sociales (F 8)
Sténodactylographe-correspondancière	B.T.n Techniques administratives (G 1)

Note de service n° 82-202 du 13 janvier 1982. B.O. spécial n° 1 du 21 janvier 1982, p. 43. Préparation de la rentrée scolaire dans les lycées et les lycées d'enseignement professionnel.

## 10.15 Comparaison de la répartition horaire des matières d'enseignement de technologie entre anciens et nouveaux programmes de la classe de seconde

Anciennes Secondes	
CONSTRUCTION. . . . .	5h
T.P. FABRICATION. . . . .	6h
Technologie de Fabrication. . . } . . . . .	1h
Automatismes }	
	12h
Nouvelles Secondes	
Construction. . . . .	3,5h
T.P. FABRICATION. . . . .	3,5h
AGENCEMENT. . . . .	2h
AUTOMATISMES. . . . .	2h
	11h

## 10.16 Évolution des horaires des enseignements technologiques des classes de seconde industrielle et de première et terminale mathématiques et techniques (baccalauréat E)

### Horaires - élèves en seconde - première - terminale

#### Horaires pratiqués en 1980-81

	2 <sup>e</sup>	T1	1 <sup>re</sup>	E	T	E
Dessin industriel . . . . .	4		4		4	
Technologie de construction . . . . .	1		2		1	
Technologie de fabrication . . . . .	1		1		1	
Automatisme . . . . .	—		1		1	
Travaux pratiques d'atelier . . . . .	6		4		4	
	12		12		11	

#### Horaires à mettre en place progressivement à partir de la rentrée 1981

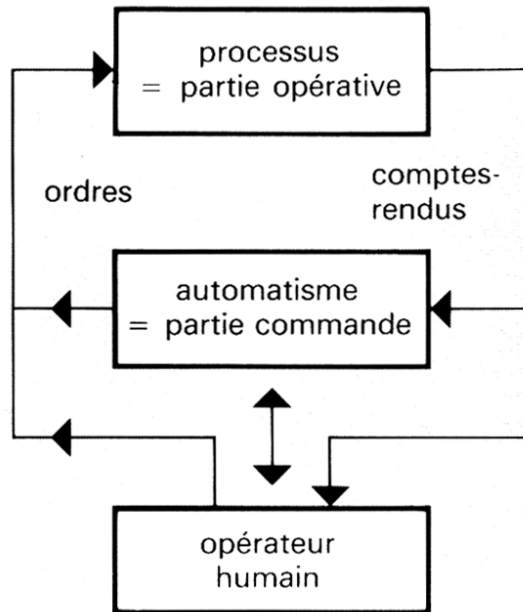
	2 <sup>e</sup>
Etude fonctionnelle et structurelle . . . . .	—
— Expression graphique . . . . .	3 h 30
— Agencement . . . . .	2 h 00
Fabrications . . . . .	3 h 30
Automatismes . . . . .	2 h 00
	11 h 00

	1 <sup>re</sup>	E	T	E
Etude des constructions . . . . .	—			
— Technologie . . . . .	2 h 00		1 h 30	
— Dessin industriel . . . . .	4 h 00		4 h 00	
Mise en œuvre . . . . .				
— Technologie . . . . .	2 h 00		1 h 30	
— Travaux pratiques technologiques . . . . .	4 h 00		4 h 00	
	12 h 00		11 h 00	

### 10.17 Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1982

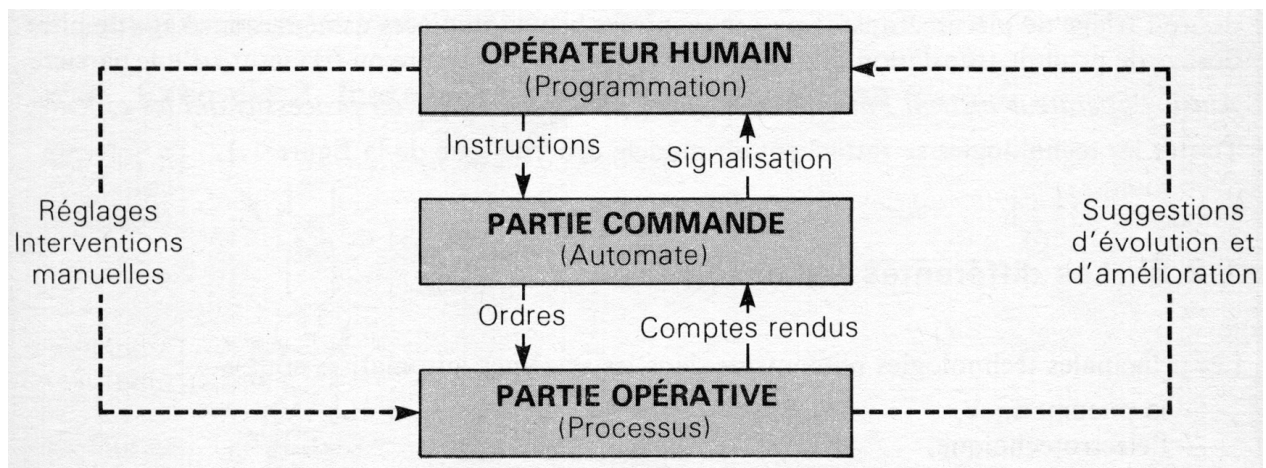
	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les deux ans
1 - Étude des constructions			
1.1 Technologie de construction	2 h	1 h 30	5 h 30
2.2 Dessin de construction	4 h	4 h	8 h
2 – Mise en œuvre			
2.1 Technologie	2 h	1 h 30	3 h 30
2.1.1 Fabrication			
2.1.2 Automatique			
2.2 Travaux pratiques	4 h	4 h	8 h
2.2 Fabrication			
2.2 Automatique			
Total hebdomadaire	12 h	11 h	23 h

**10.18 Un schéma (presque) conforme au modèle proposé par la norme (NF C 03-190)**



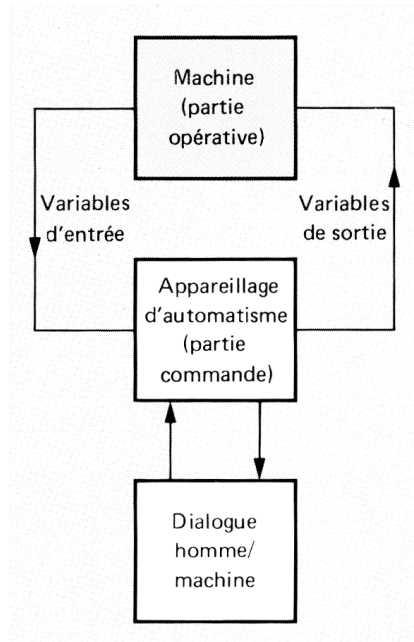
Télémécanique. (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7. (p. 4).

**10.19 L'opérateur humain « programmeur » du système automatisé**



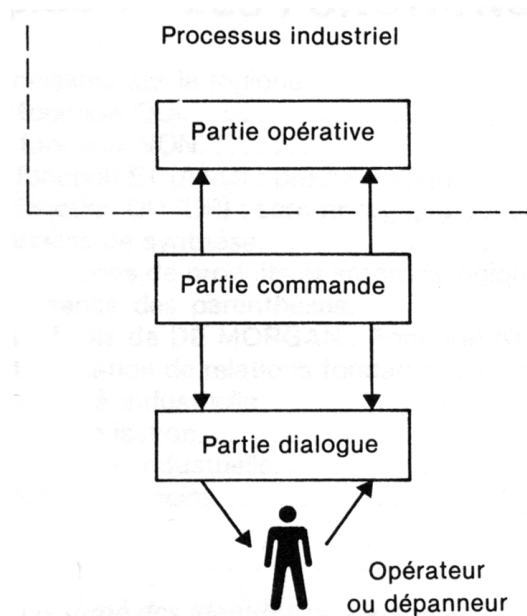
Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1982). *Automatismes classe de seconde « options technologies industrielles »*. Grafset-composants-fonctions logiques-schémas. Paris : Dunod. (p. 3).

## 10.20 L'opérateur absent du système automatisé, remplacé par une partie dialogue homme/machine



Télémechanique (1981). Les automatismes. Structure d'un automate. *Télécontact*, 137, 3-15. (p. 5).

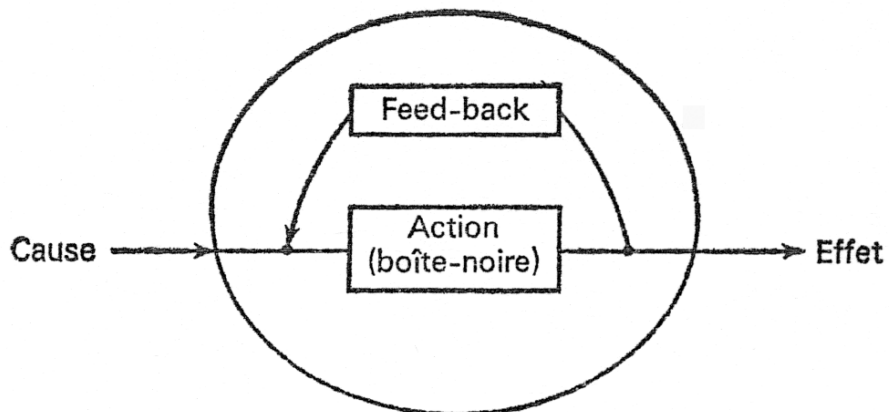
## 10.21 L'opérateur humain présent en dehors du système automatisé



Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla. (p. 6)

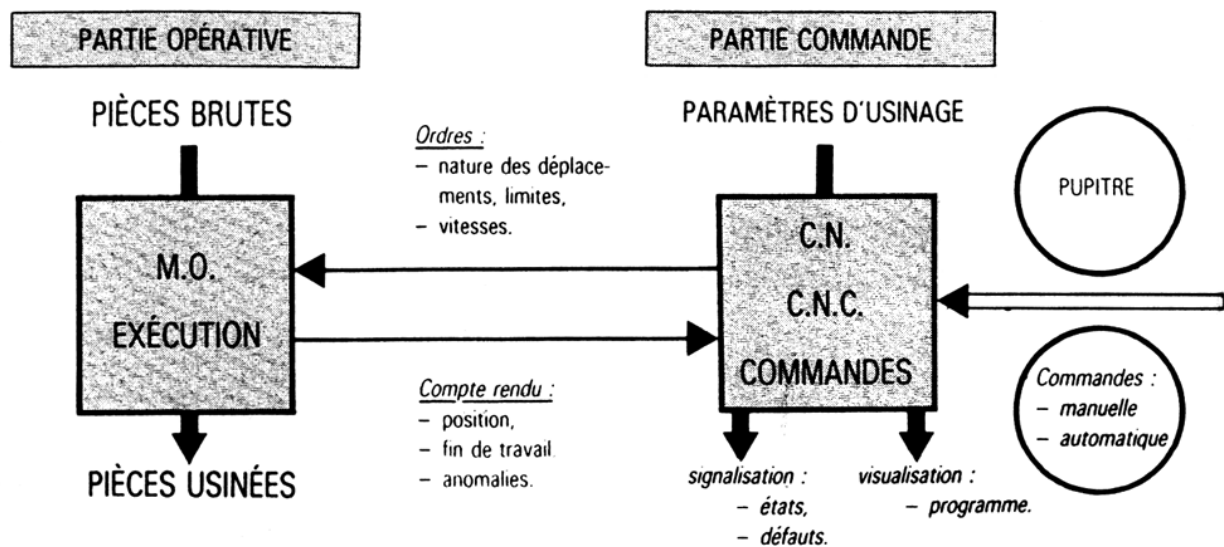


## 10.22 Entrée et sortie d'un système



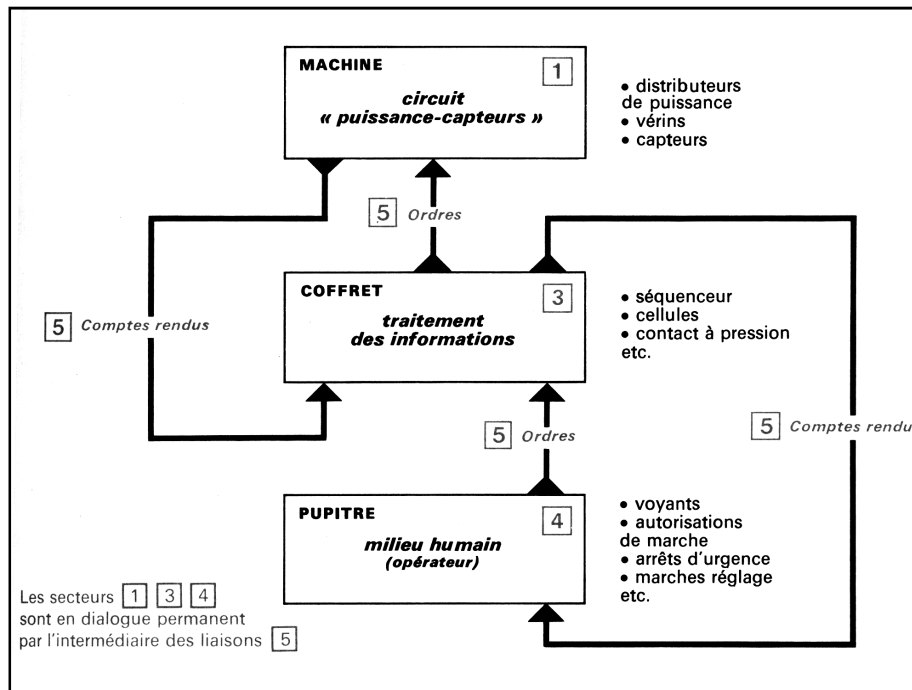
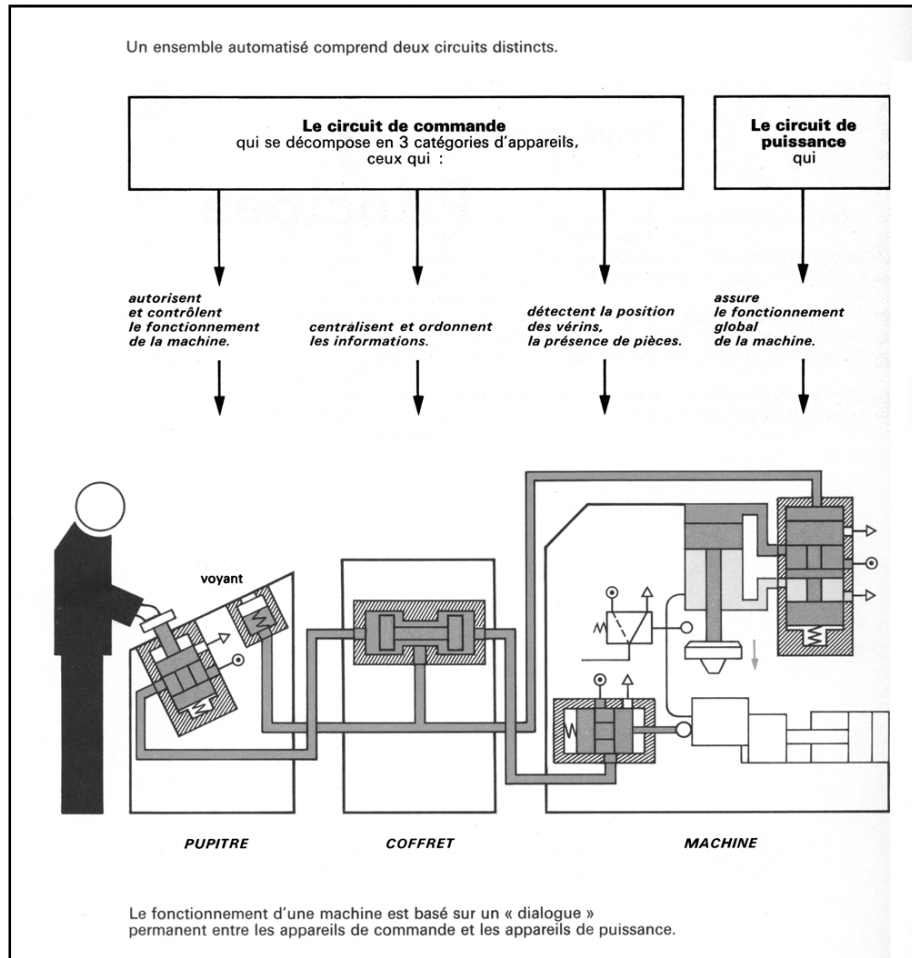
Durand Daniel (1979). *La systémique*. Paris : PUF. (p. 39).

## 10.23 L'action de l'opérateur humain représentée par une flèche



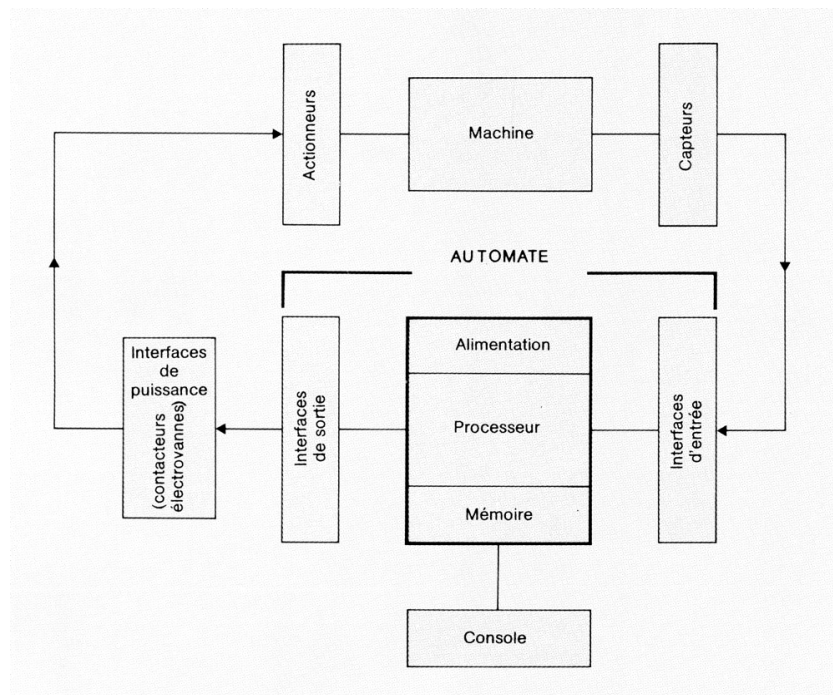
Hazard Claude (1984). *La commande numérique des machines-outils. Technologie Programmation Applications*. Paris : Foucher. (p. 16).

## 10.24 Dessin illustratif et schéma fonctionnel d'un système automatisé



Coureault Henri (1980). *Automatismes, les techniques pneumatiques*. Préface de Daniel Bouteille. Paris : Berger-Levrault. (p. 8 et 25).

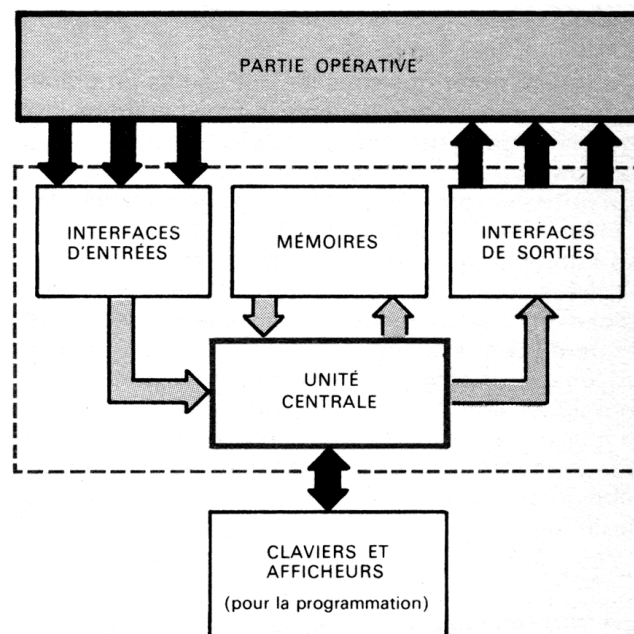
## 10.25 Structure interne d'un automate programmable et interfaces



Télémécanique (1980). L'automate programmable TSX 80. *Télécontact*, 130, 3-16. (p. 5).

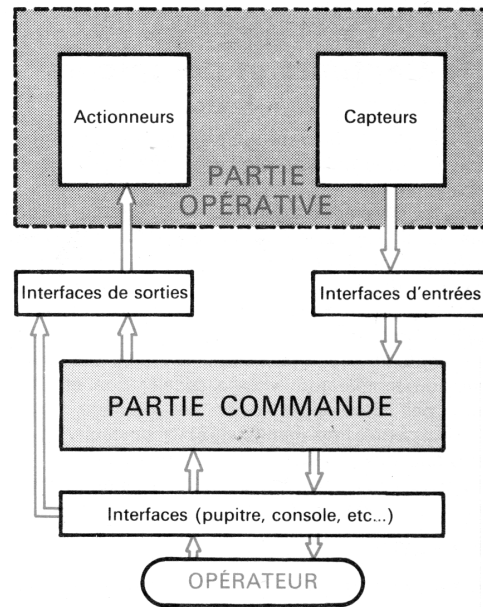
## 10.26 Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod

### 10.26.1 Structure d'un automatisme selon l'éditeur Dunod en 1981



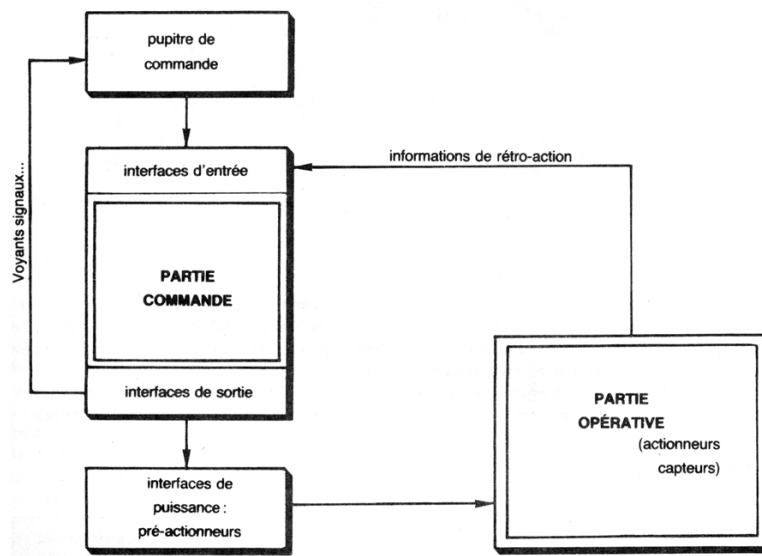
Bentz B., Bresdani J., Cayol J.-C., Jourdan L., Neveu P., Perrin J., Sinibaldi F. (1981). *Technologie industrielle, options technologiques, classes de seconde (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 217).

### 10.26.2 Structure d'un automate selon l'éditeur Dunod en 1982



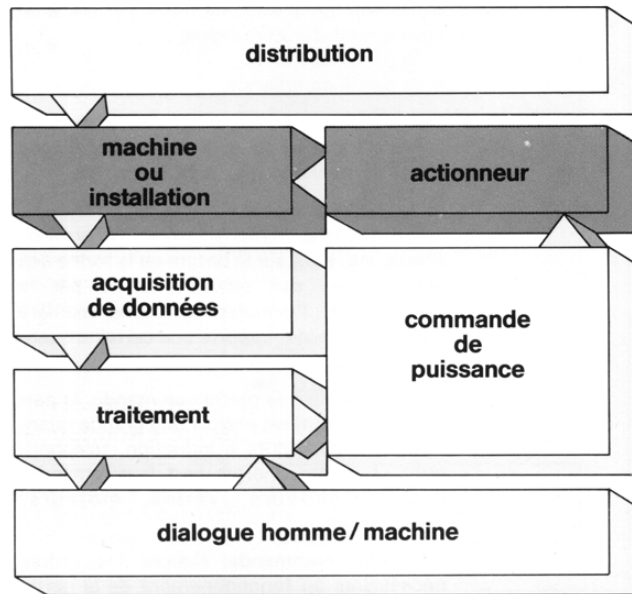
Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 7).

### 10.26.3 Structure d'un automate selon l'éditeur Dunod en 1983



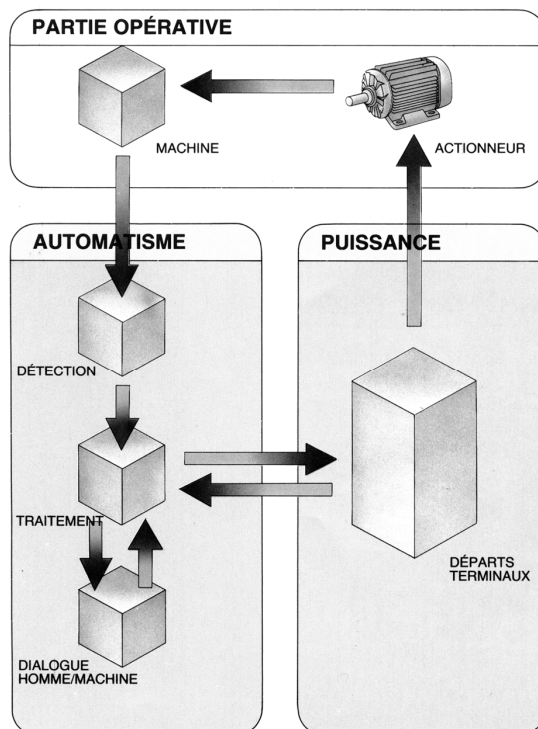
Degoulange F., Lemaitre R., Perrin J. (1983). *Automatismes classe de première et terminale - formation permanente. Fonctions logiques - Grafcet - Gemma - Séquenceur - Automates programmables*. Paris : Dunod. (p. 102).

**10.27 Schéma utilisé par Télémécanique pour présenter les composants d'automatisme de son catalogue (rectangle clair)**



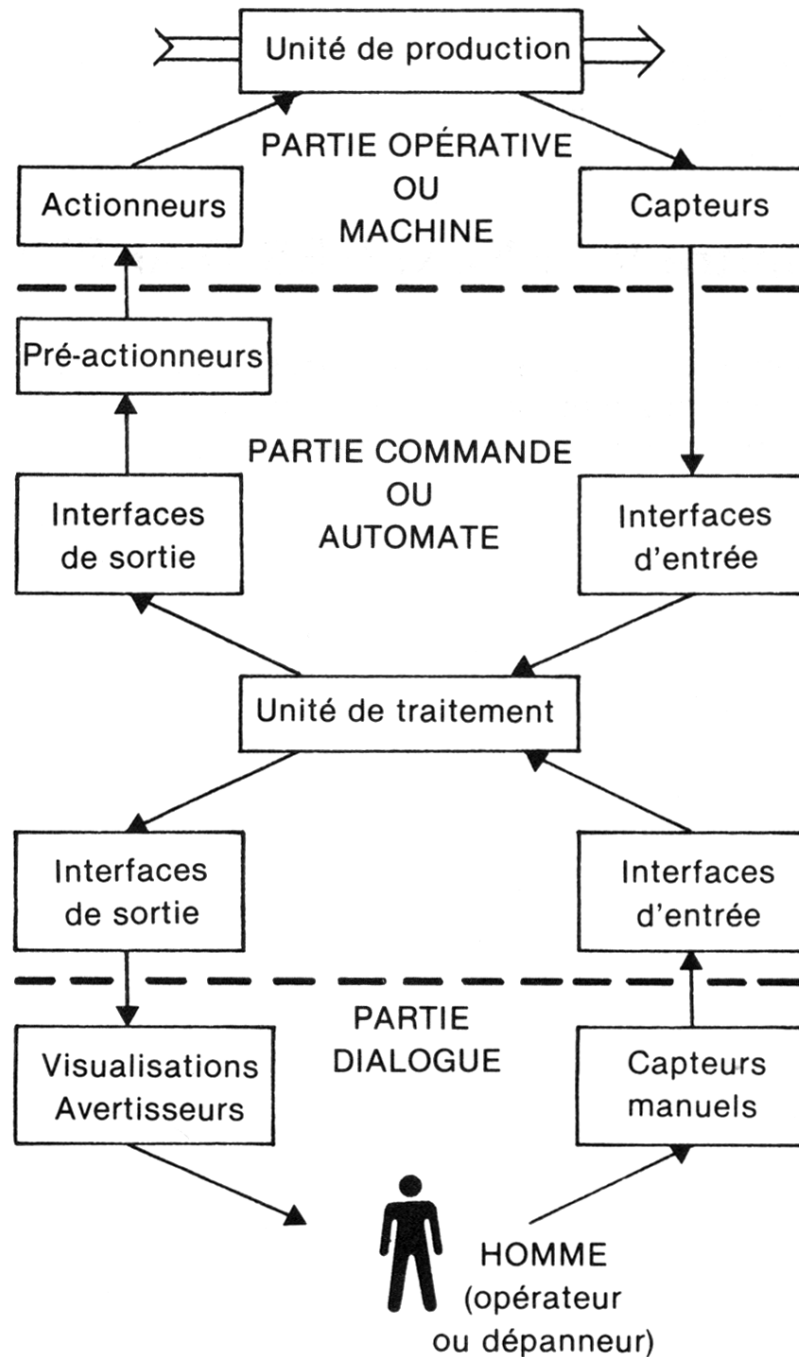
Hazard Claude (1985). *Les automatismes industriels aujourd'hui et demain*. Paris : Télémécanique/Nathan. (p. 10).

**10.28 Schéma utilisé par Télémécanique pour présenter certains composants d'automatisme**



Télémécanique. (1983). *La situation actuelle du départ terminal*. *Télécontact*, 146, 4-10. (p. 4).

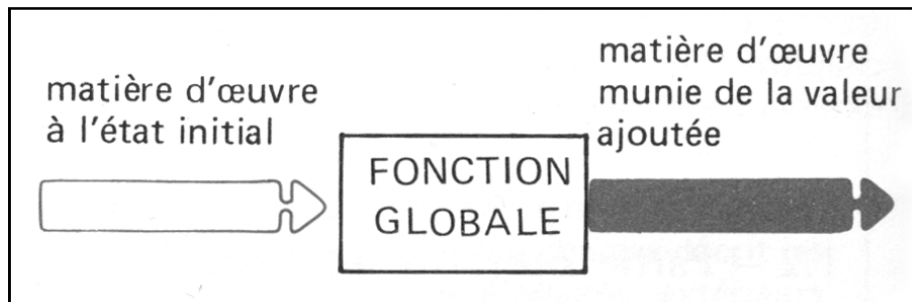
## 10.29 La structure d'un système automatisé ouvert sur le milieu extérieur



Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla. (p. 6).

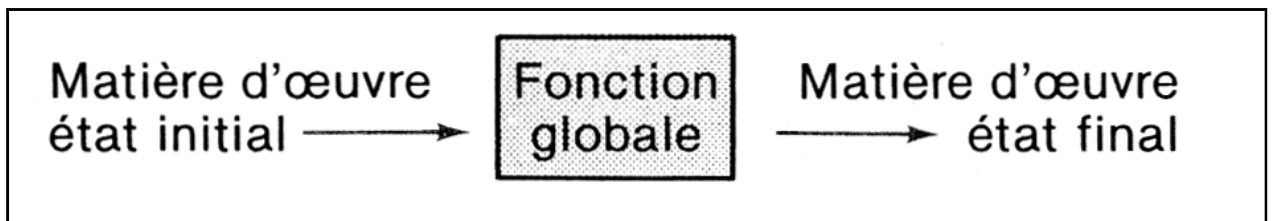
## 10.30 Représentation de la fonction globale du système selon les éditeurs Nathan et Dunod

### 10.30.1 Fonction globale selon Nathan



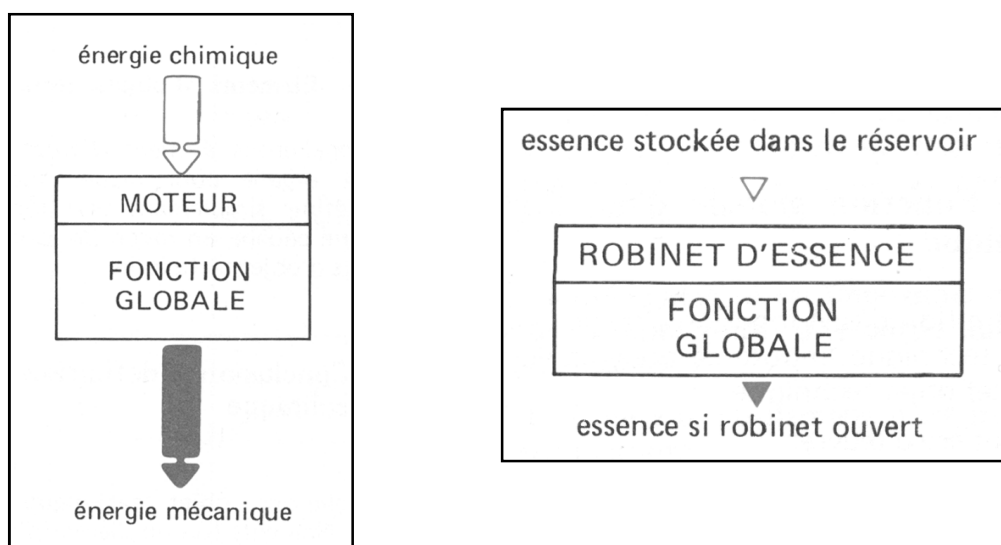
Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 46).

### 10.30.2 Fonction globale selon Dunod



Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G (1982). *Construction industrielle. (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6).

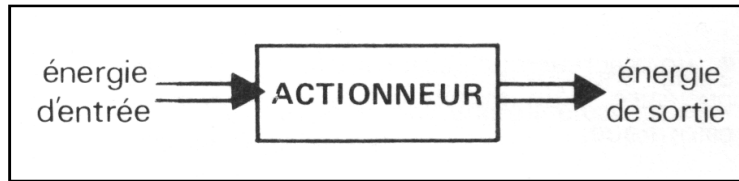
## 10.31 Fonction globale d'un élément du système



Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 47 et 48).

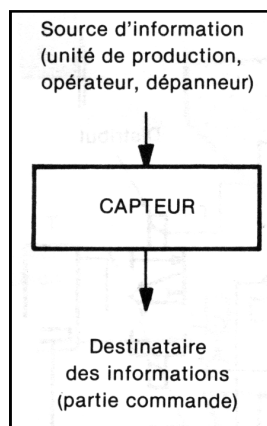
## 10.32 Lecture du schéma de gauche à droite ou de haut en bas

### 10.32.1 Selon l'éditeur Nathan



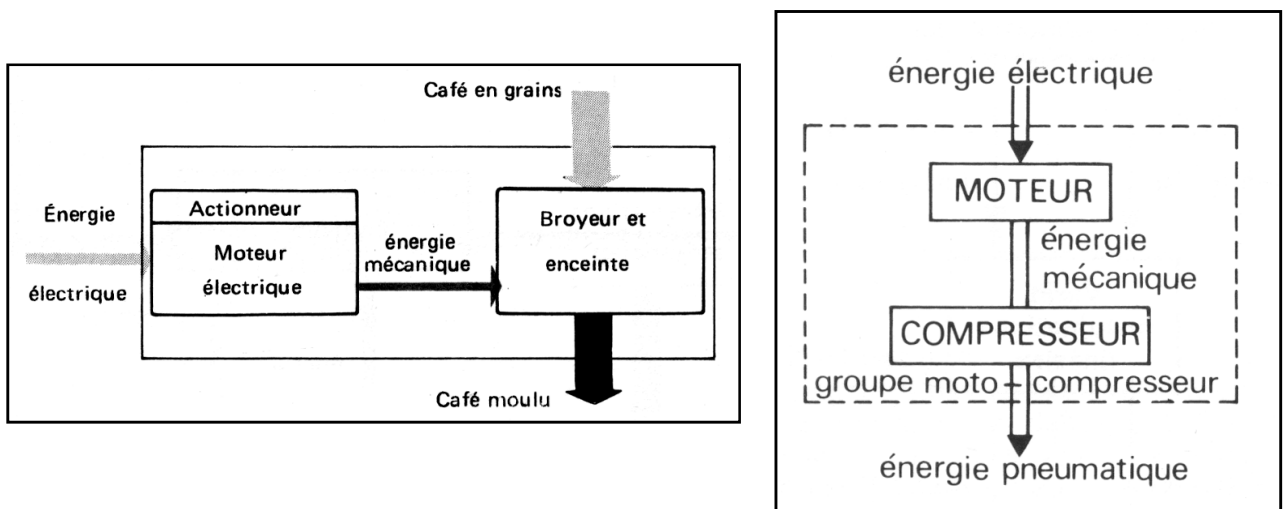
Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 291).

### 10.32.2 Selon l'éditeur Casteilla



Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue*. Paris : Casteilla. (p. 10).

## 10.33 Plusieurs fonctions d'une seule partie d'un système

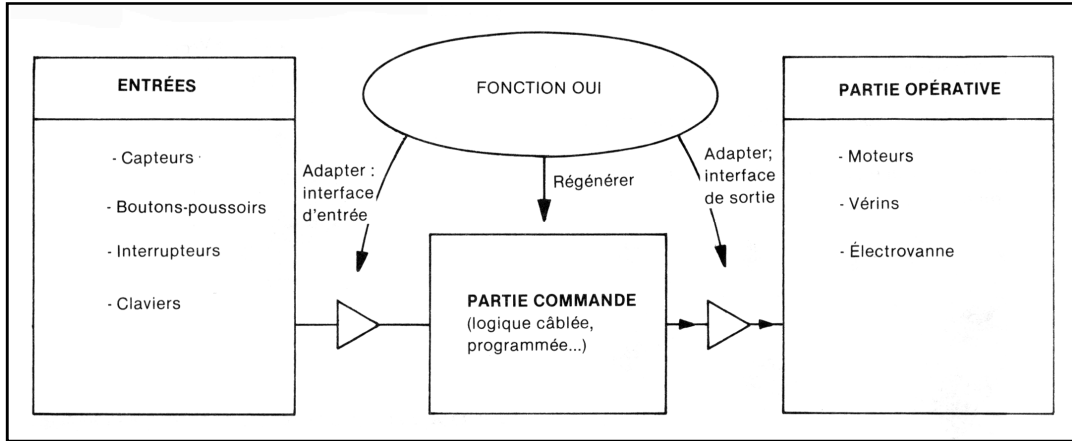


Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 15 et 297).



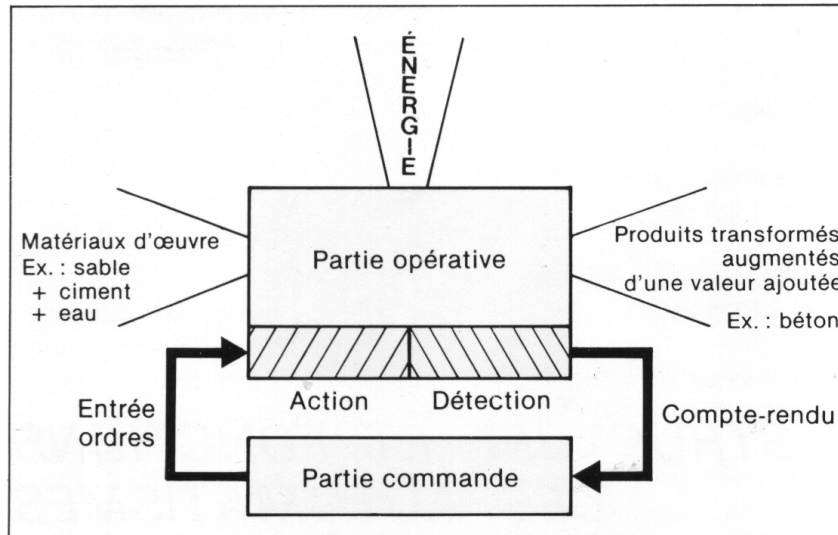
## 10.34 Synthèse de différents types de schéma fonctionnel

### 10.34.1 Synthèse selon Casteilla



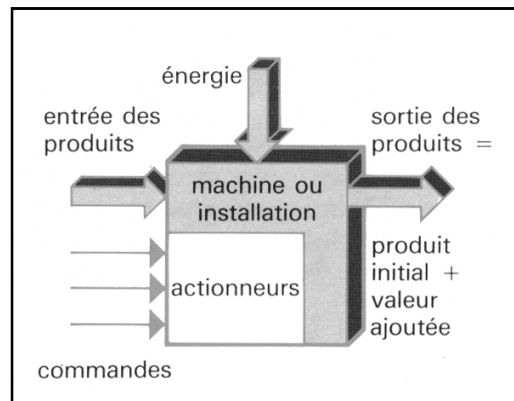
Bossy Jean-Claude, Mérat Daniel (1985). *Automatisme appliqué. Lycées professionnels, lycées techniques, formation continue.* Paris : Casteilla. (p. 16).

### 10.34.2 Synthèse selon Télémécanique



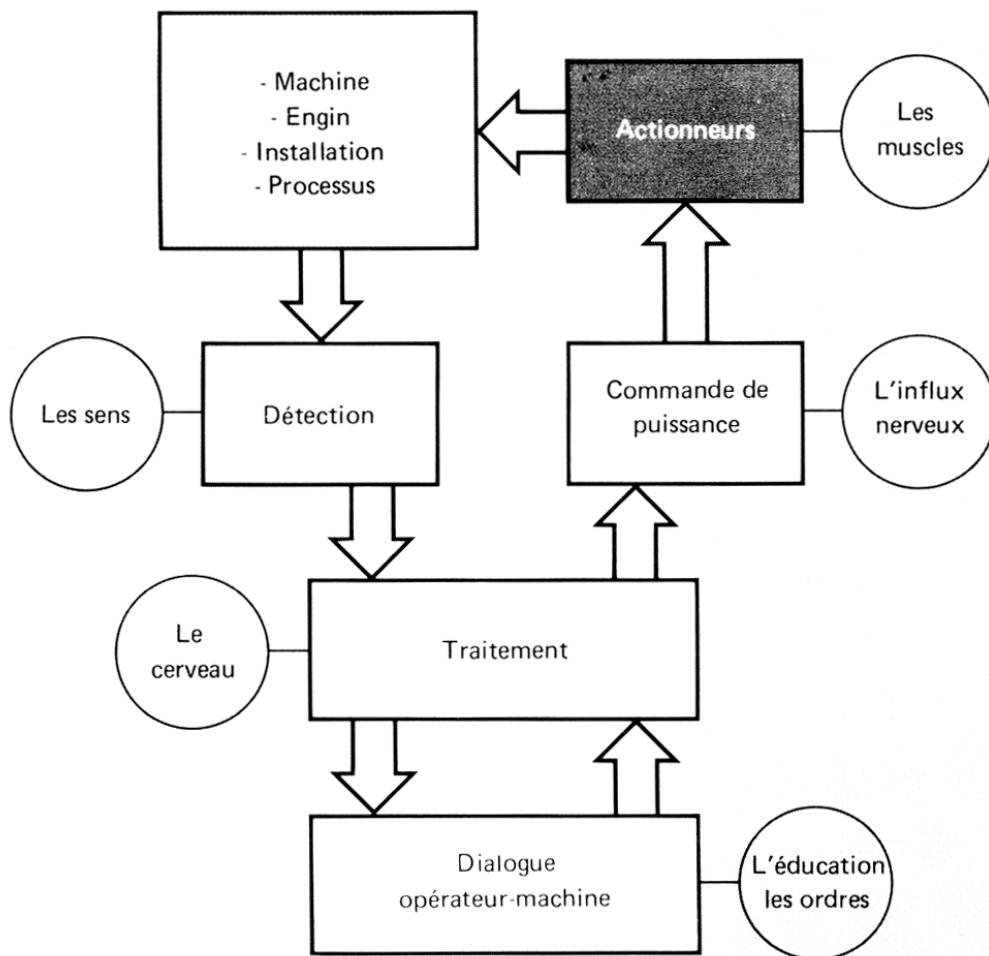
Hazard Claude (1985). *Les automatismes industriels aujourd'hui demain.* Paris : Télémécanique/Nathan. (p. 10).

### 10.35 Retour du triptyque énergie, information, matière de façon incomplète



Télemécanique. (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7. (p. 5).

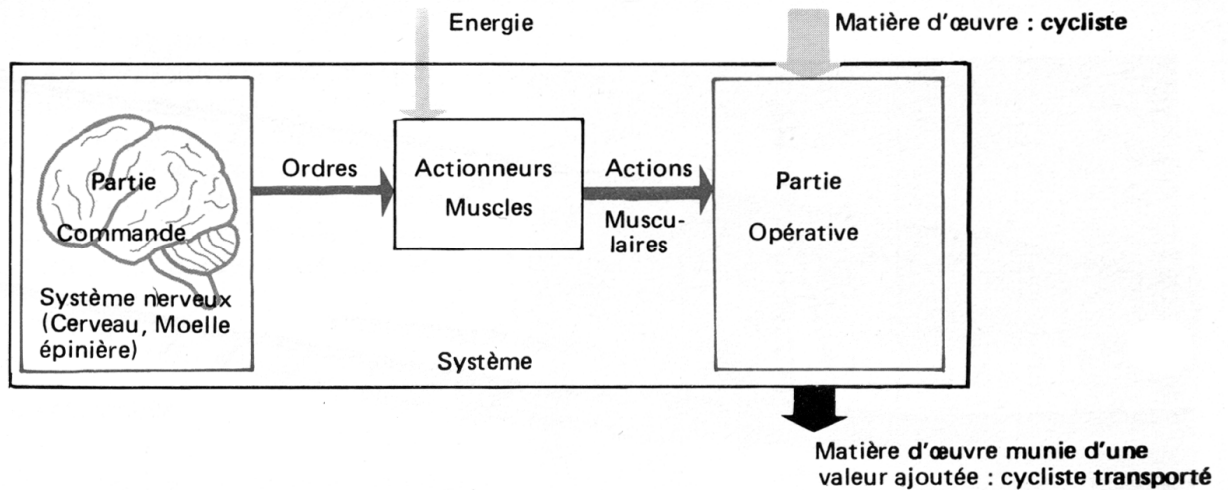
### 10.36 Le système automatisé vu comme un être humain



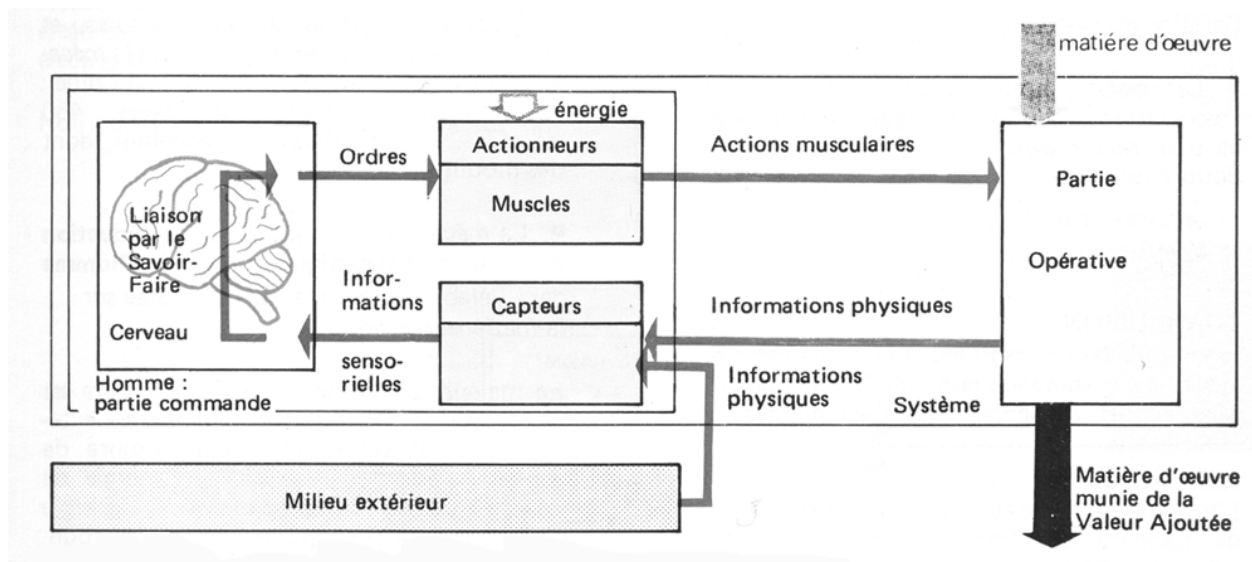
Télemécanique. (1981). Les automatismes. Un automatisme : le corps humain. *Télécontact*, 137, 3-15. (p. 4).

## 10.37 la place de l'humain dans un système mécanisé

### 10.37.1 Sans retour d'information (cafetière)

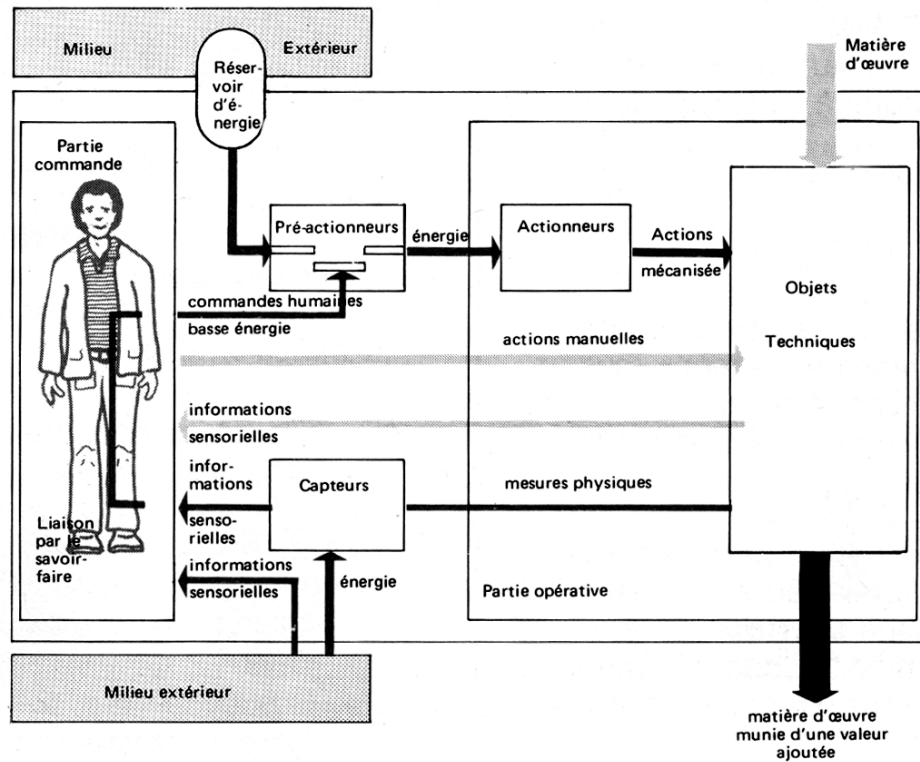


### 10.37.2 Avec retour d'information (conduite d'une automobile)



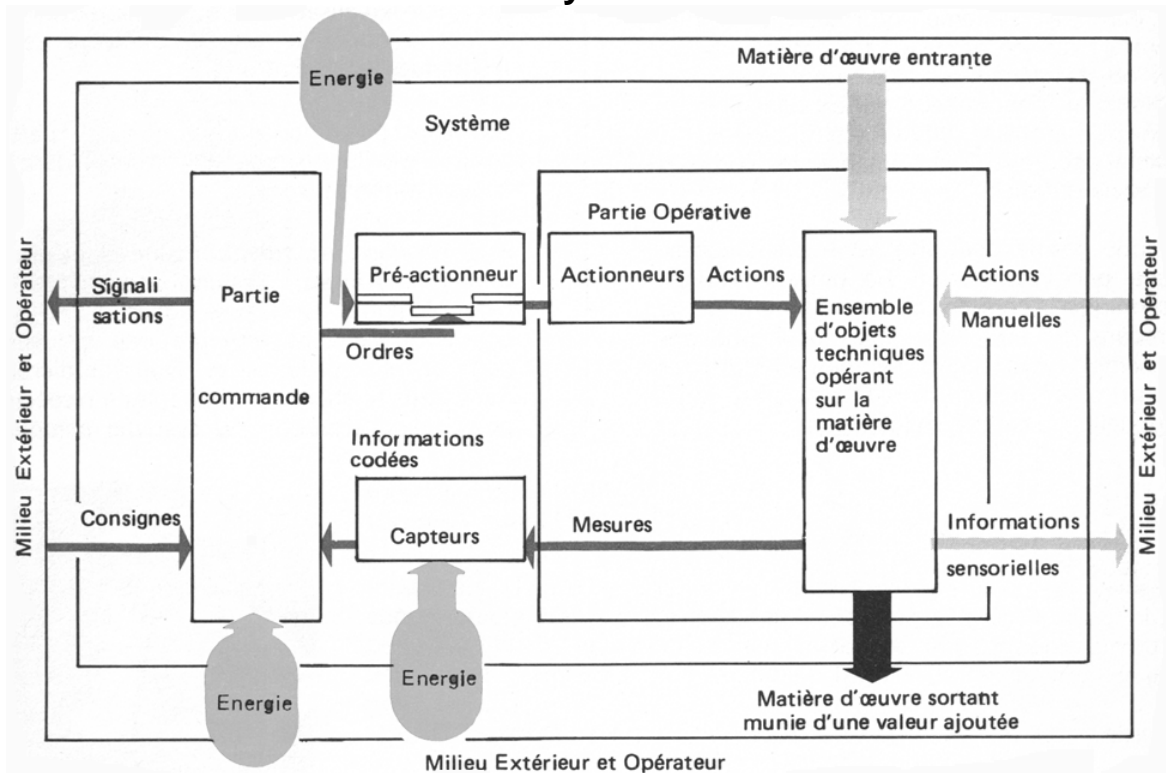
Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 13 ).

### 10.37.3 Schéma général d'un système mécanisé



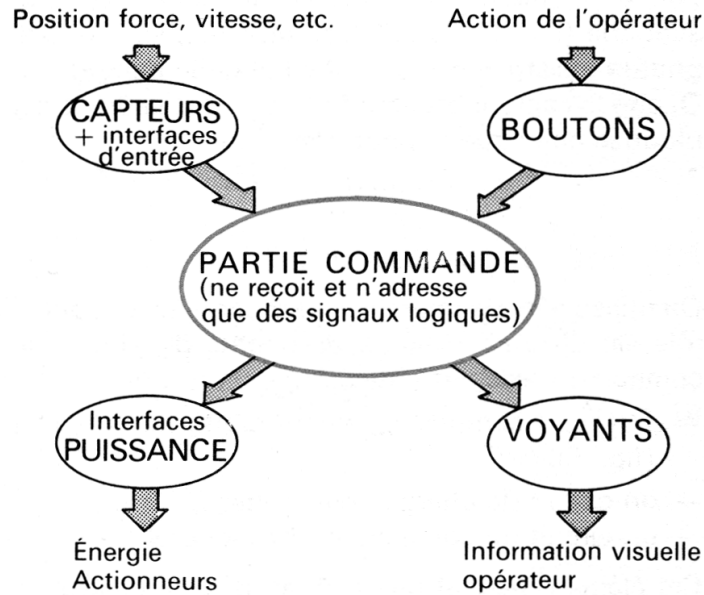
Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 13 et 17).

### 10.38 Schéma fonctionnel d'un système automatisé



Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 19).

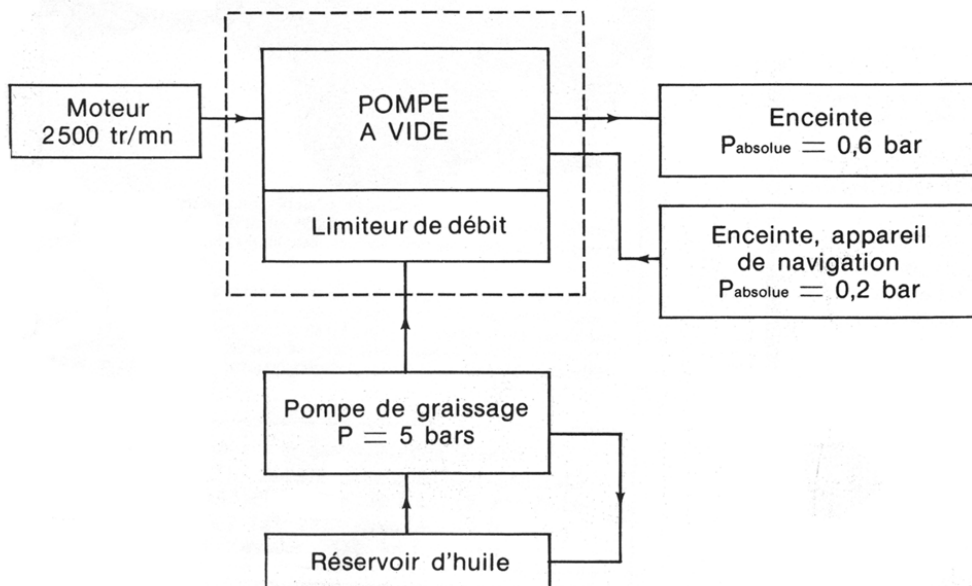
## 10.39 Organisation interne des systèmes, liaisons partie commande-périphérie



Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 27).

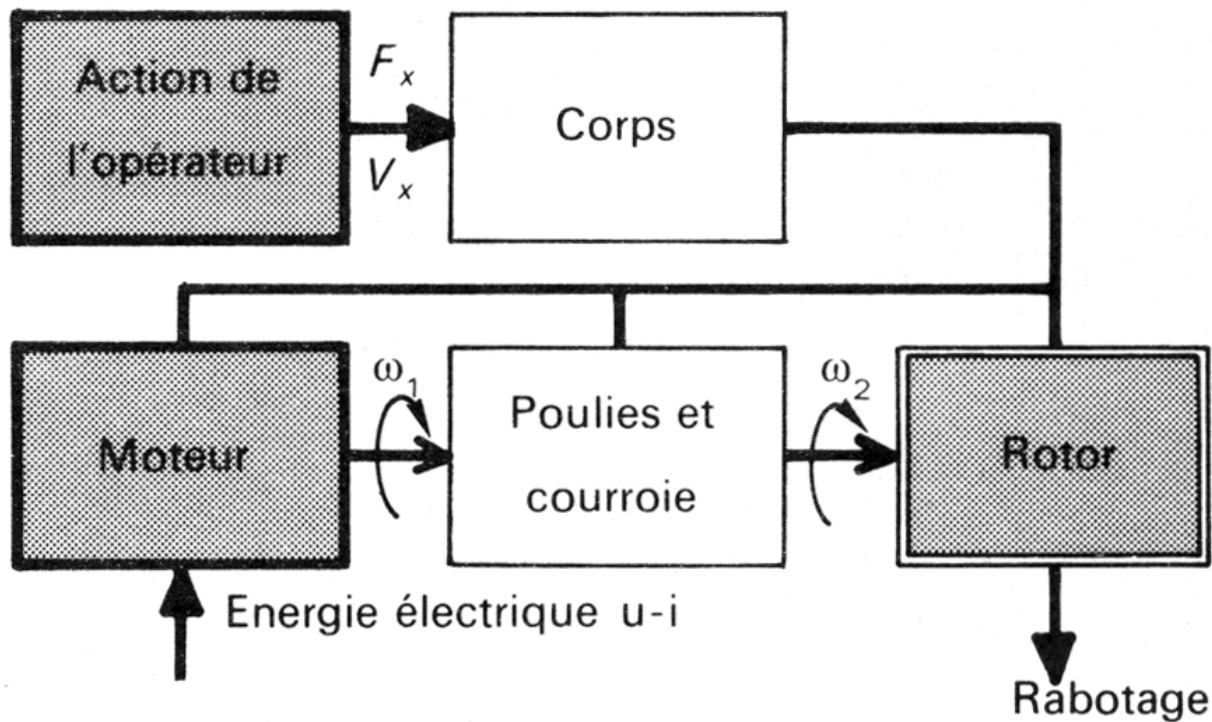
## 10.40 Représentation de la structure des appareils

### 10.40.1 Pompe à vide.



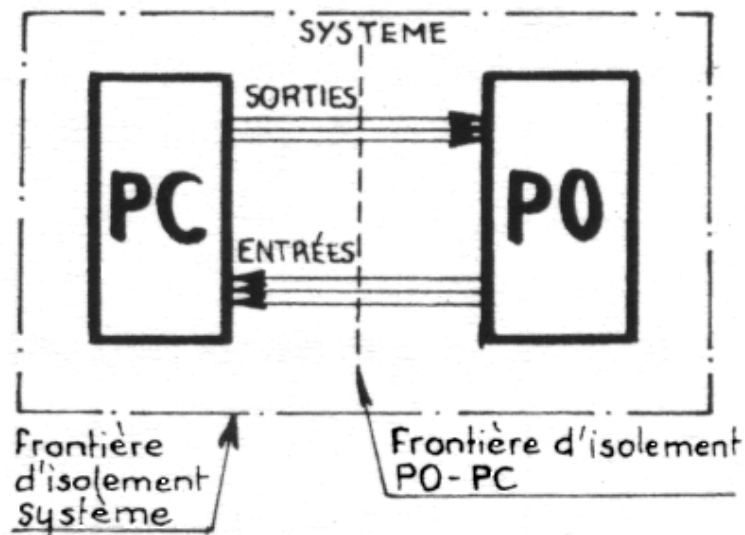
MEN (1982). Concours général 1982 épreuve de construction classe terminale E. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 237, 41-43.

## 10.41 Notions de mécanique



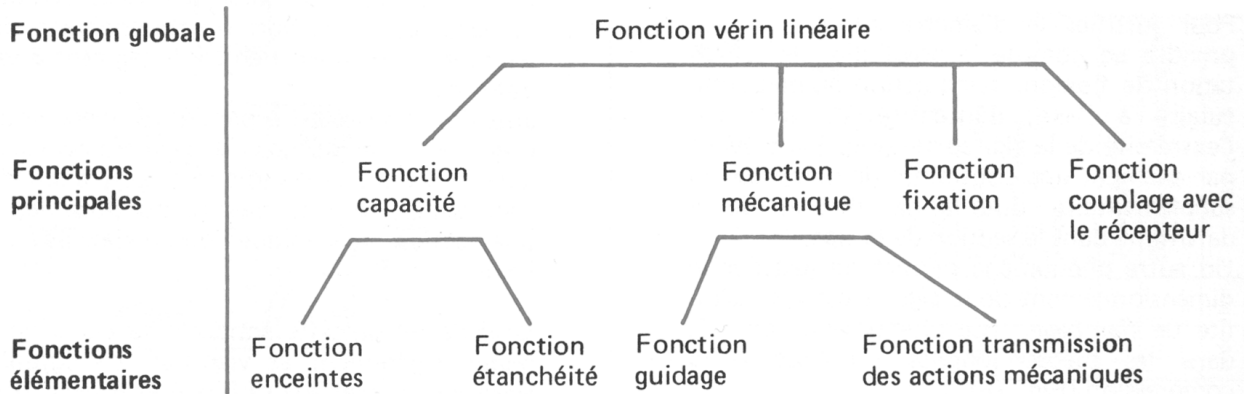
Jourdan L., Perrin J., Bentz B., Cayol J.-C. (1981). *Technologie industrielle, exercices par études de cas* (Collection H. Longeot et L. Jourdan). Paris : Dunod.

## 10.42 Structure d'un système, frontières d'isolement



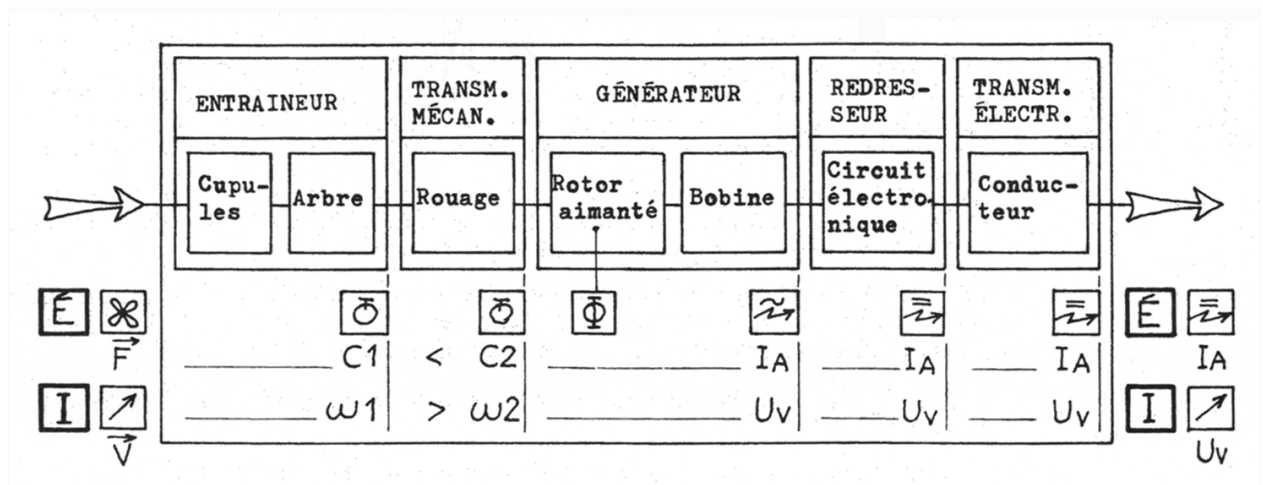
Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31. (p. 25).

### 10.43 Décomposition sous forme arborescente d'une fonction



Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>o</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 301).

### 10.44 Représentation graphique sous forme d'une chaîne d'éléments



Gavignet L., Briselance C. (1981). Naissance d'un appareil microtechnique au Lycée « Jules-Haag » de Besançon. *Techniques industrielles*, 125, 53-61. (p. 54).

10.45 Publicité pour l'automate programmable TSX 80 de la marque  
Télemécanique

# L'INGENIEUR ET LE TECHNICIEN DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

I.S.S.N. 0046.95

MARS-AVRIL 1980



AN 10375

223



Telemecanique

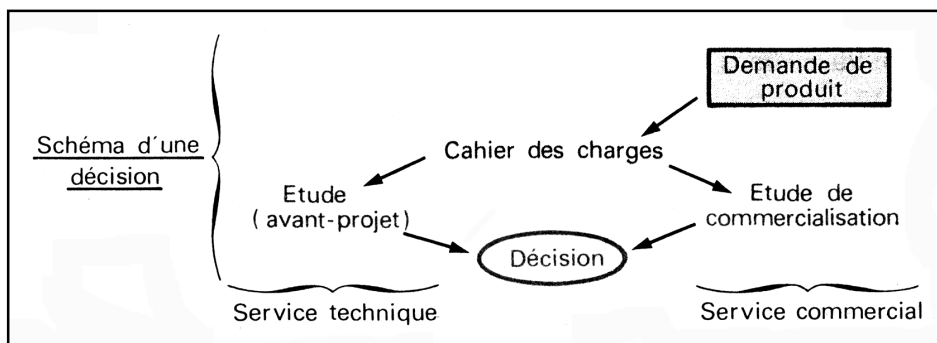
automate programmable TSX 80

choisissez votre méthode de travail

Couverture de la revue *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique* 1980, 223.

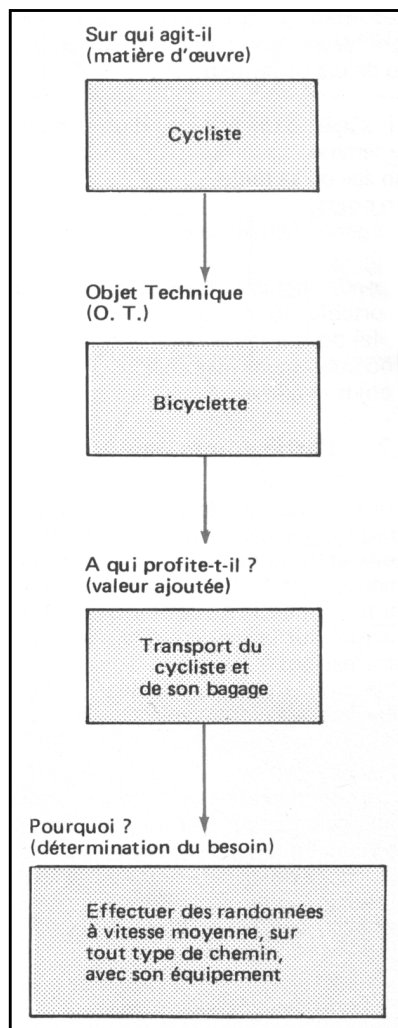


## 10.46 La prise de décision de créer un appareil



Policet Daniel, Carrère Henri (1983). *Technologie des fabrications – classe de seconde*. Paris : Foucher. (p. 10).

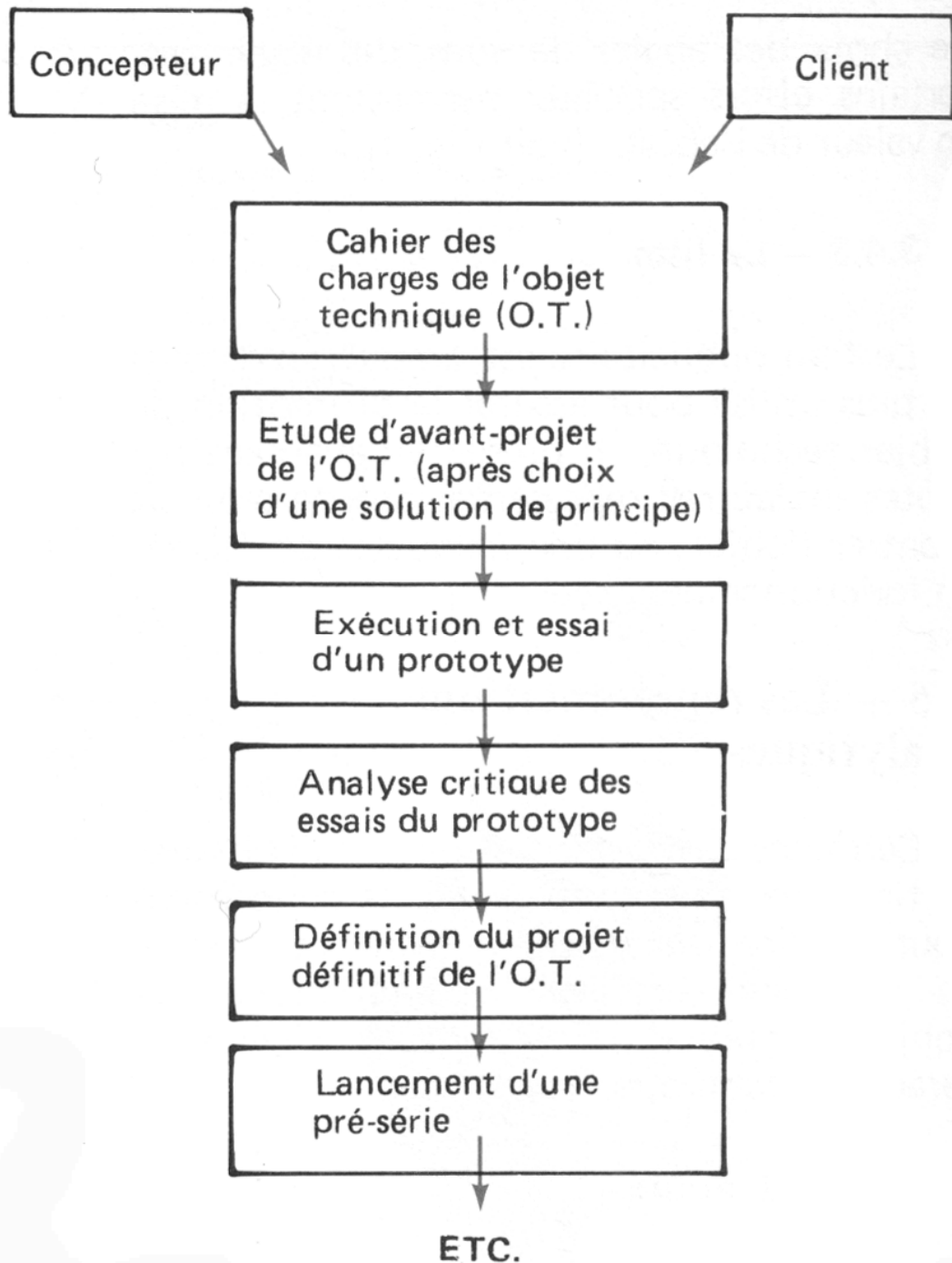
## 10.47 Les questions à poser pour rédiger un cahier des charges.



Merlaud Christian, Ozbolt Jean (1981). *Technologie et dessin de construction – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan/Techniques industrielles. (p. 35).

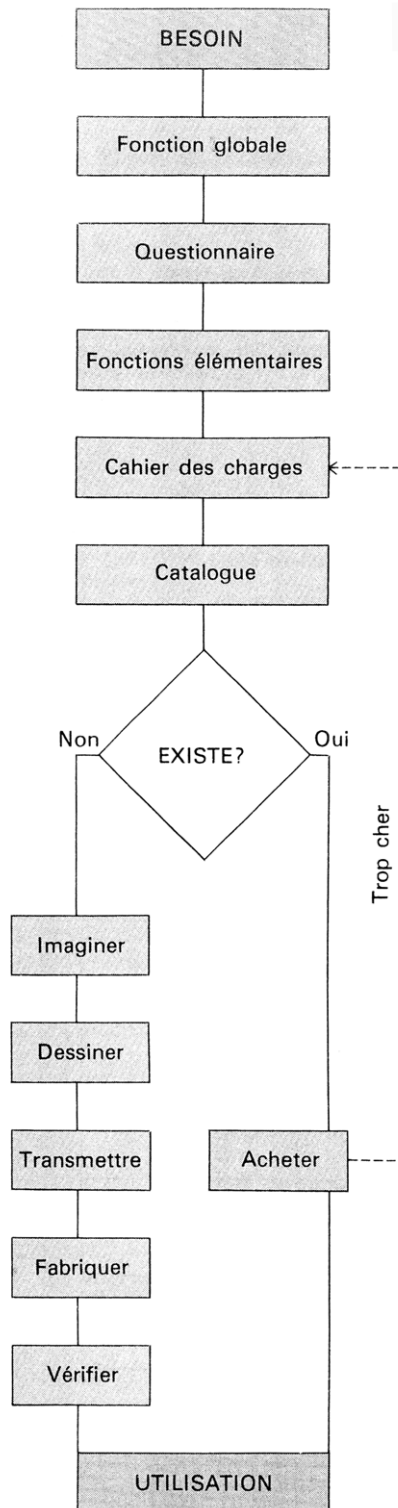
## 10.48 Principes de conception des objets techniques

### 10.48.1 Graphe d'analyse de méthodologie de construction d'un objet technique en grande série



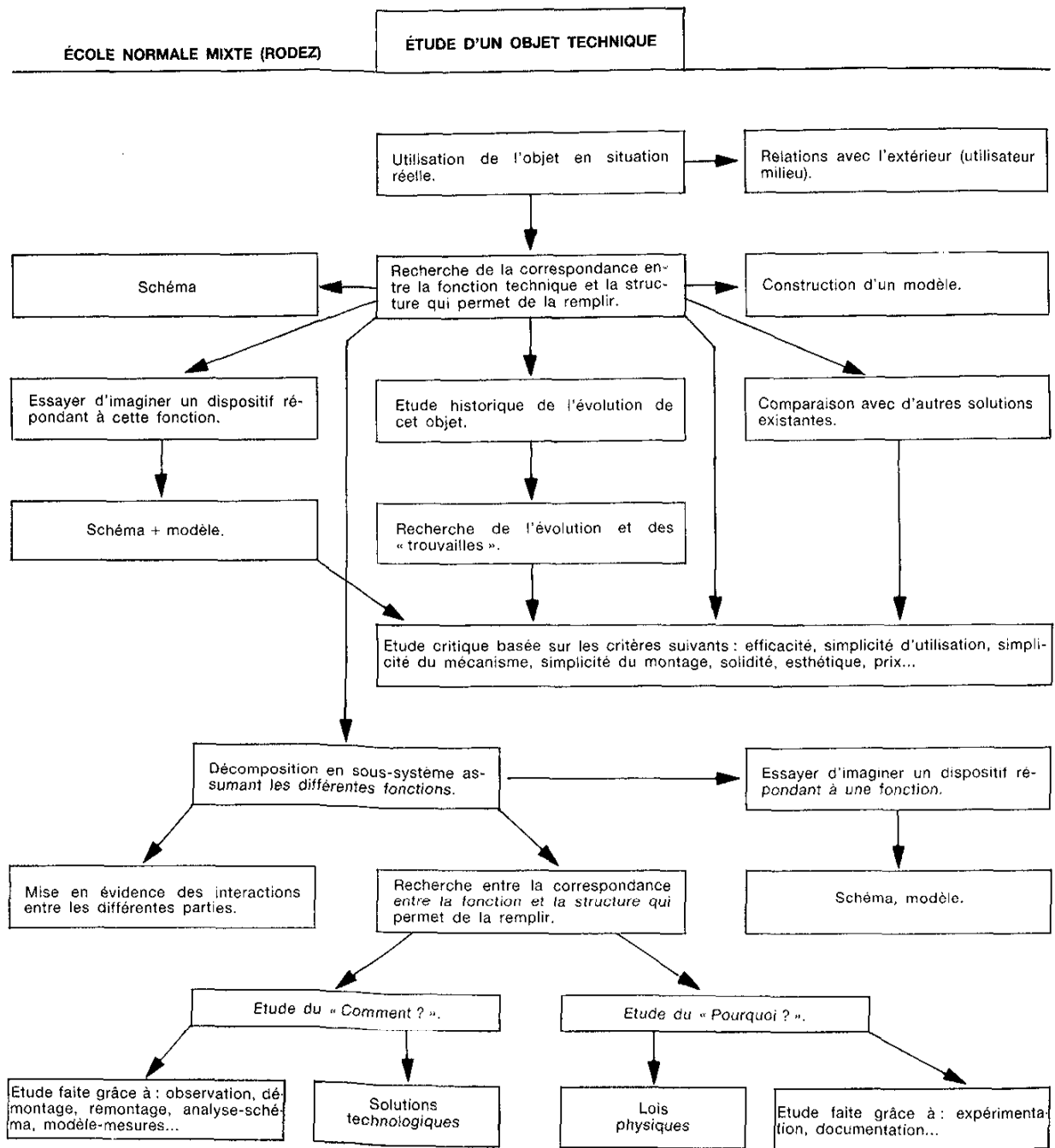
Abril Jean-Claude, Clisson Gérard, Marc Daniel (1981). *Fabrications mécaniques – lycées techniques – 2<sup>e</sup> nouveaux programmes*. Paris : Nathan Techniques industrielles. (p. 28).

## 10.48.2 Du besoin à l'utilisation



Perrin Valéry, Fraquet Maurice (1983). *Technologie industrielle – option technologie – classe de seconde*. Paris : Educavivres. (p. 20).

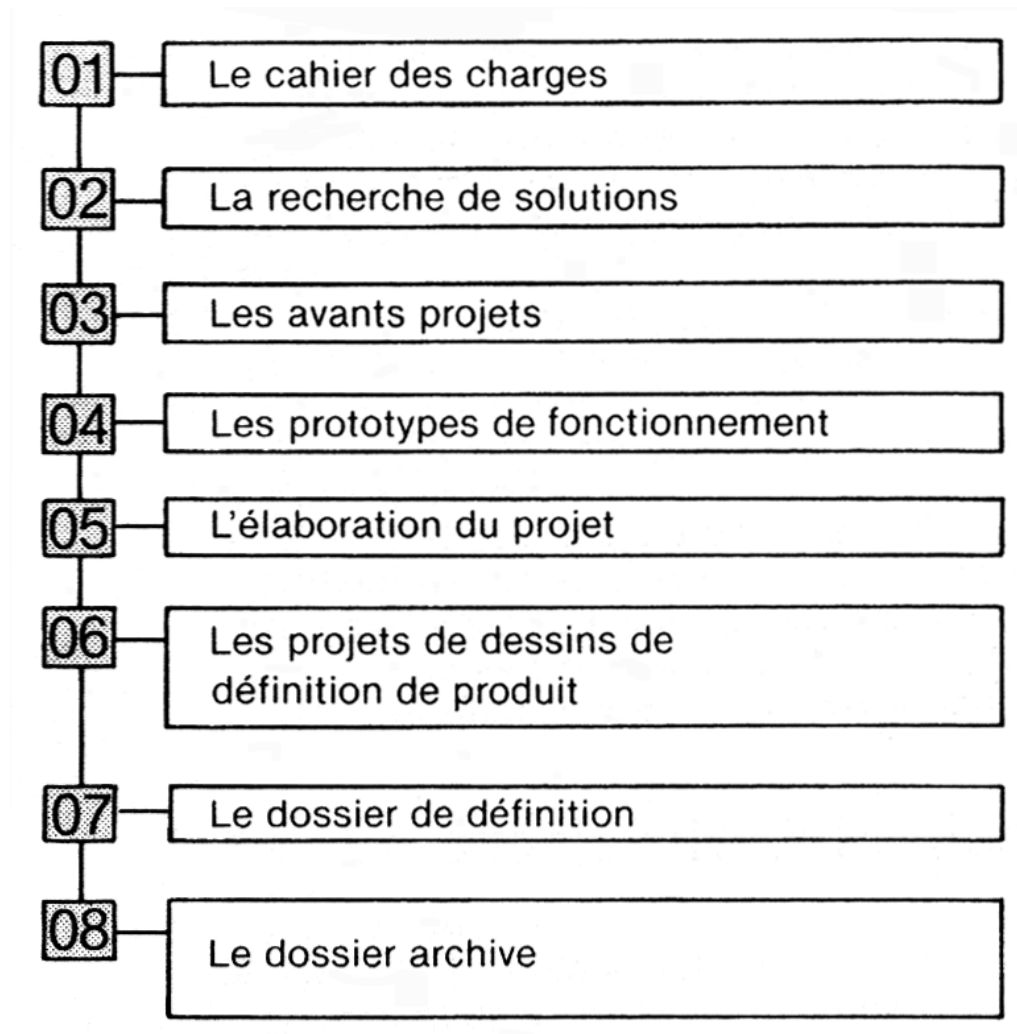
### 10.48.3 Organigramme des démarches pour mener l'étude des objets techniques avec des enfants de l'école primaire



Au début des années 1980, formation des instituteurs à l'école normale mixte de Rodez (12)

Alemani Lucien (1986). Initiation technologique à l'école élémentaire. *Revue française de pédagogie*, 74, 5-22. (p. 6).

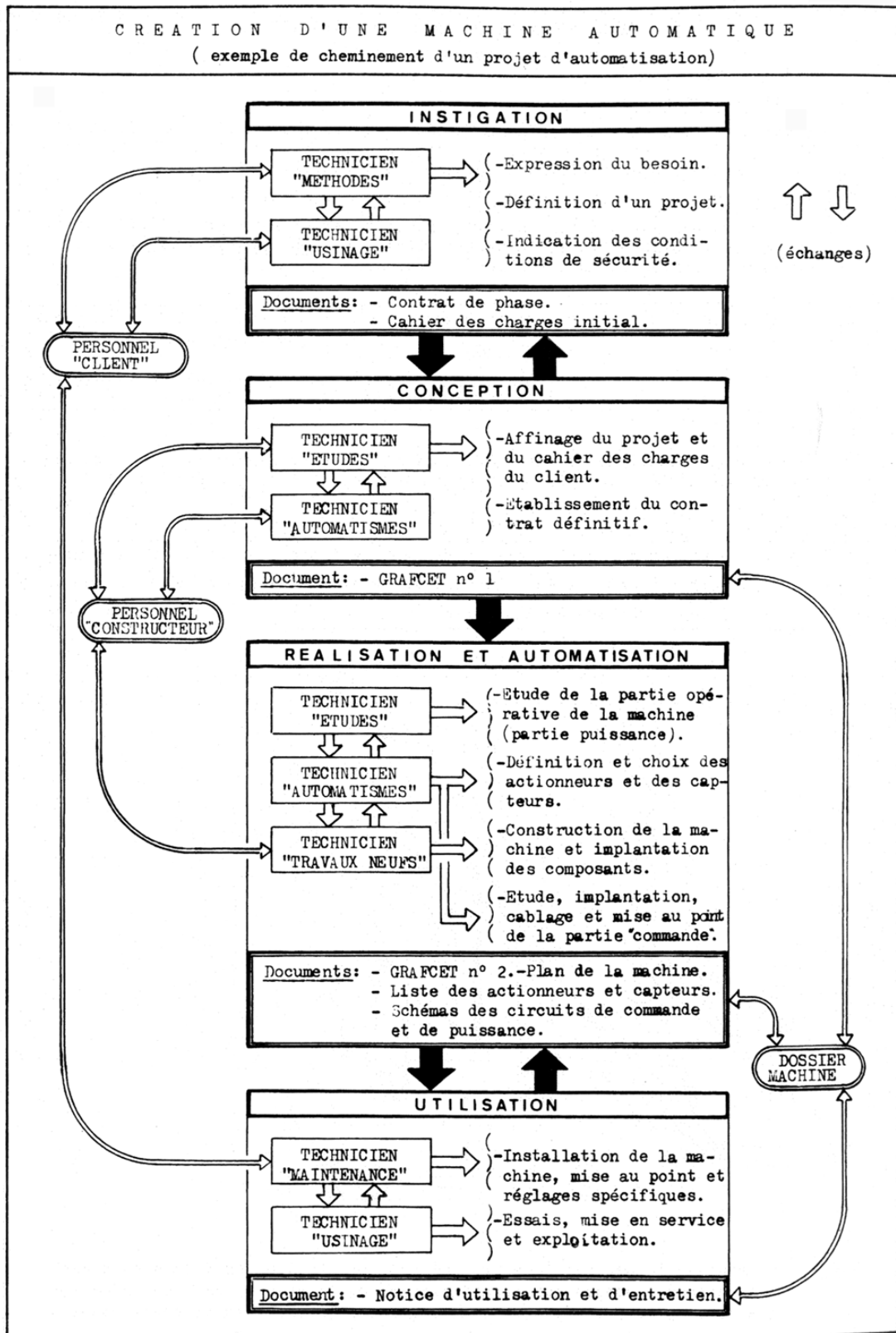
## 10.49 Principes de conception des objets techniques (présentation sous forme d'un GRAFCET)



Astier R., Bresciani J., Coste R., Jourdan L., Neveu P., Perrone P., Rey G. (1982). *Construction industrielle. (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6).

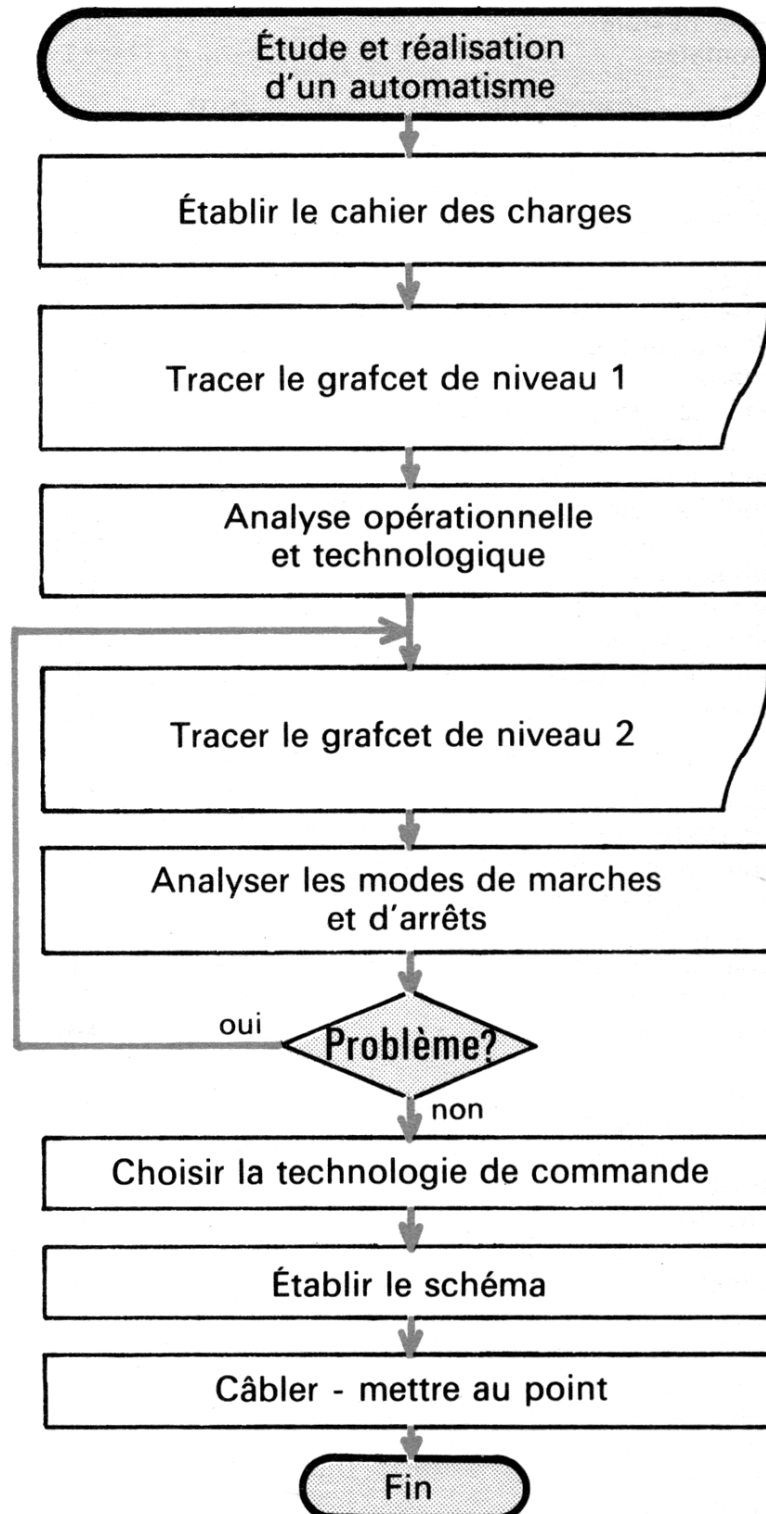
## 10.50 Principes de conception des automatismes

### 10.50.1 Échanges lors d'une démarche de projet d'automatisation



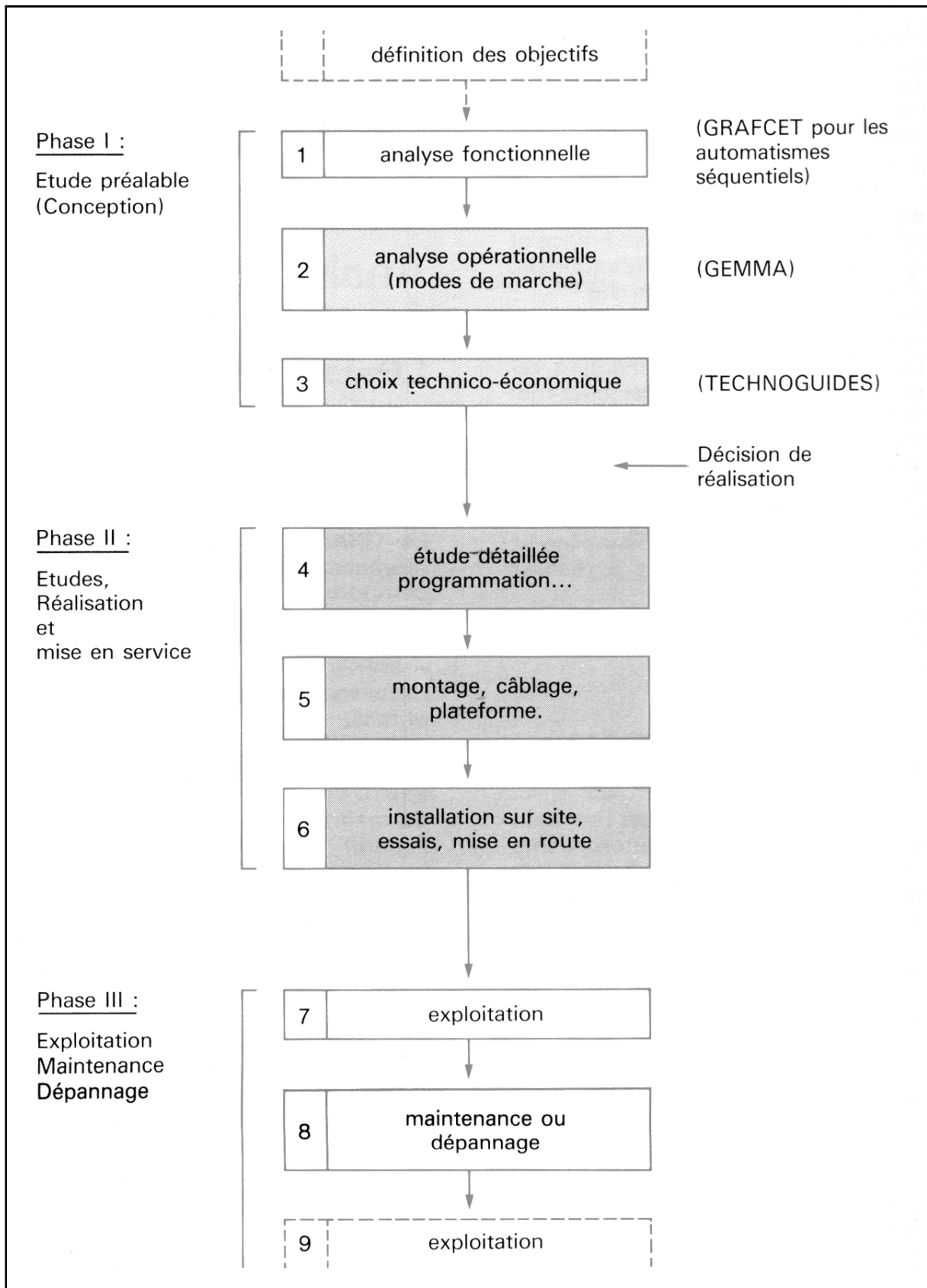
Randonneix R., Leuret G. (1980). Présentation de quatre supports pour l'enseignement des automatismes dans les classes de BTn. *Techniques industrielles*, 115, 31-43. (p. 43).

## 10.50.2 Méthodologie d'étude et de réalisation d'un automatisme



Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 6).

### 10.50.3 Principales phases de la conception et de la réalisation des automatismes

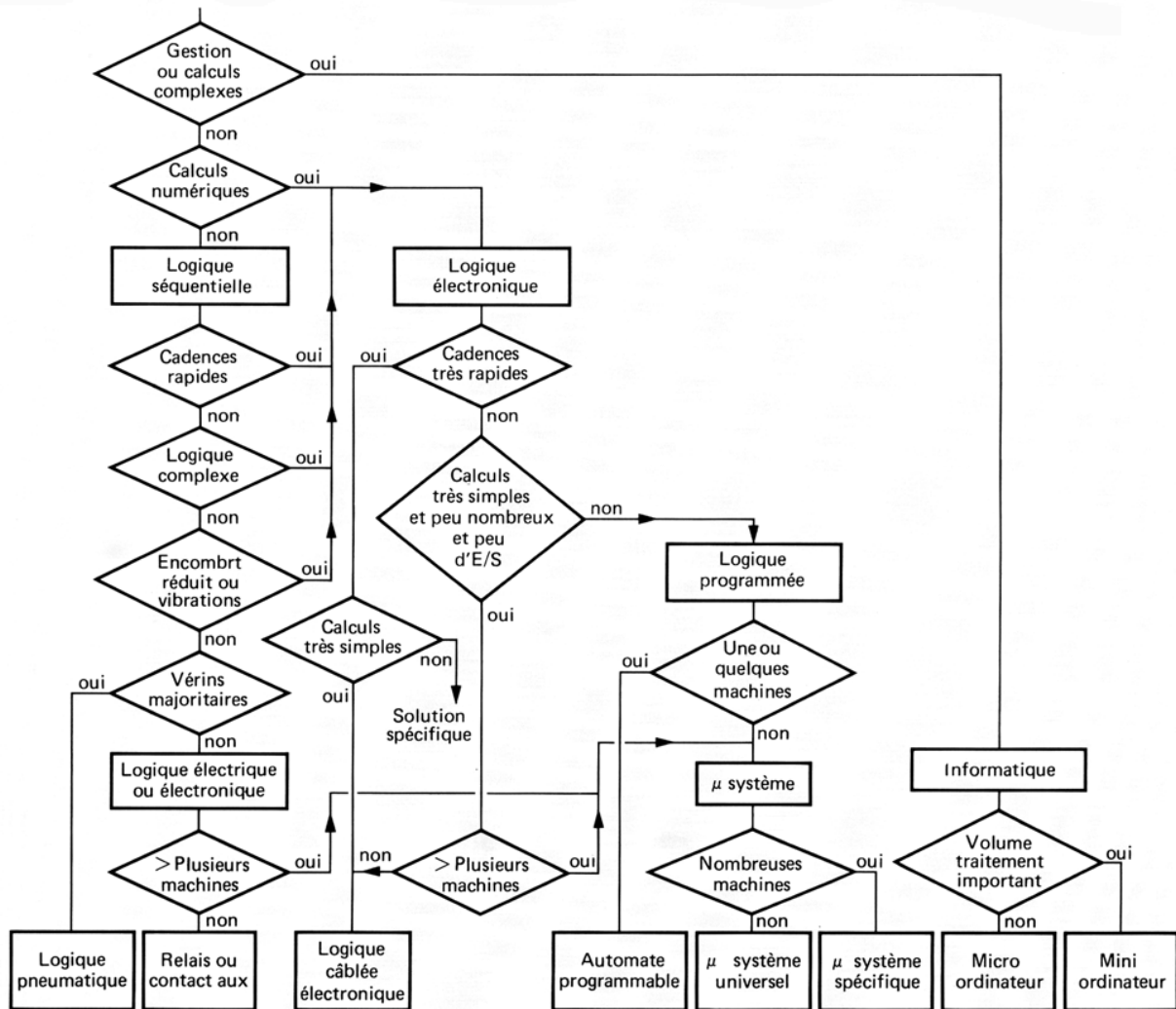


Télemécanique. (1984). Technologie et mise en œuvre des automatismes industriels. Rappel sur les automatismes. *Télécontact*, 149, 4-7. (p. 5).



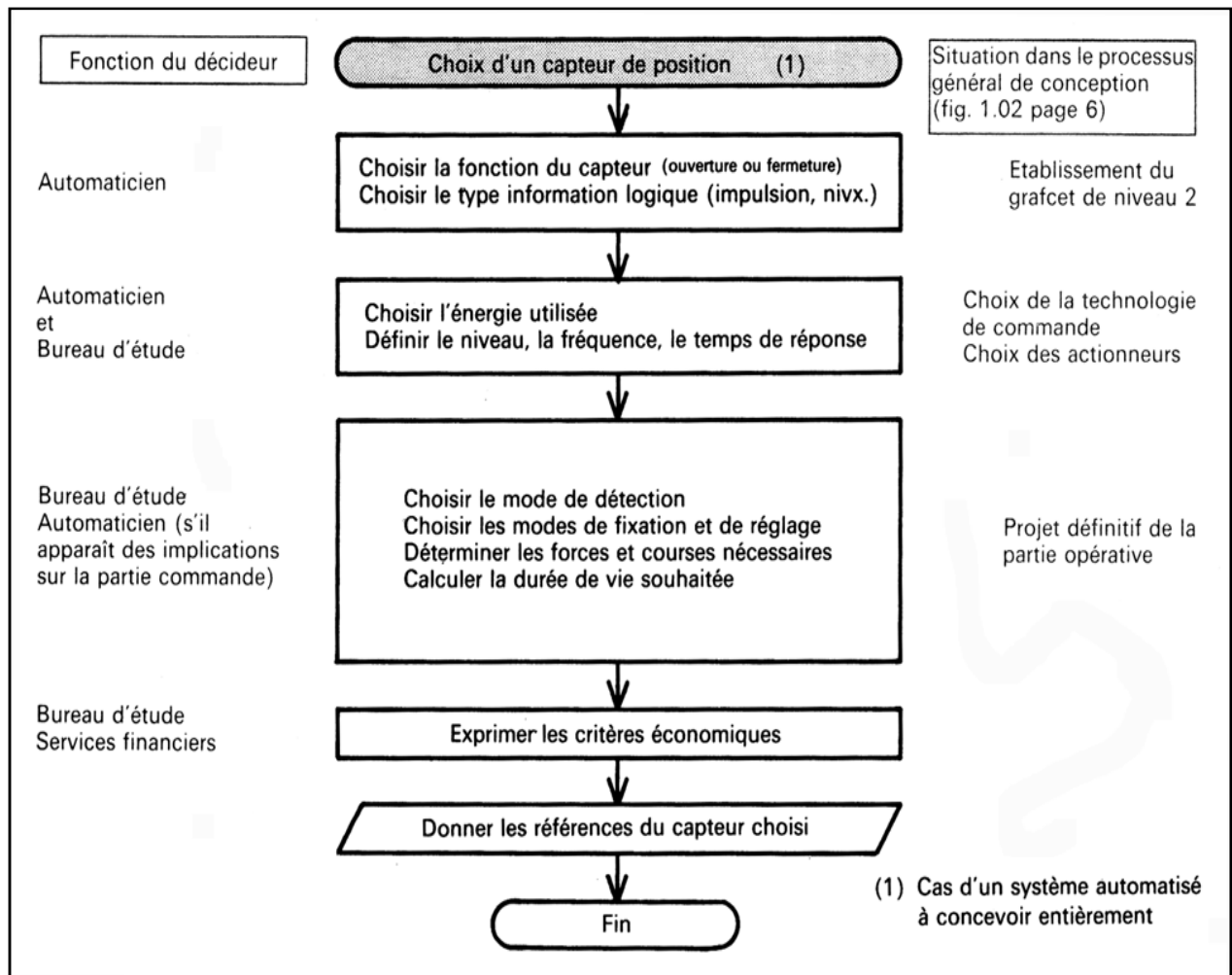
## 10.51 Parcours de choix technologiques, logique de commande et composants d'automatismes

### 10.51.1 Organigramme simplifié de décision en vue d'un choix technologique d'un mode de commande



Télemécanique. (1981). Les automatismes. Structure d'un automate. *Télécontact*, 137, 3-15. (p. 15).

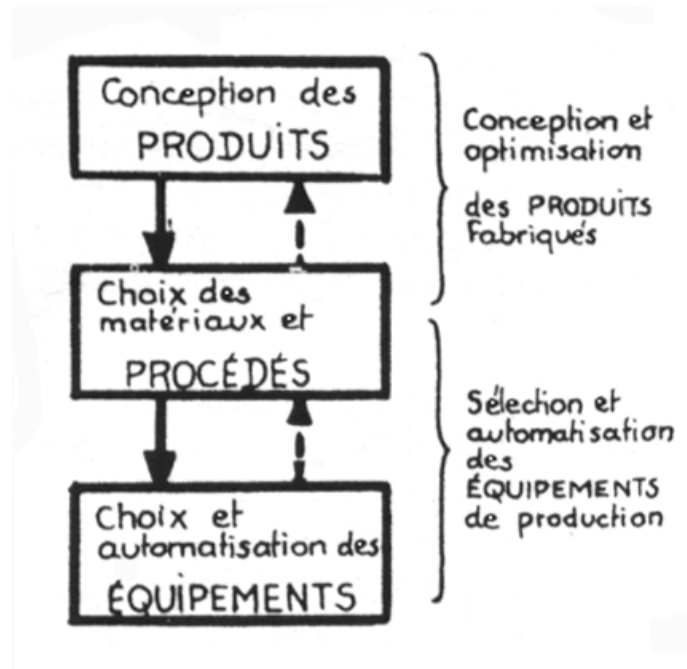
## 10.51.2 Choix d'un capteur de position



Magniez M., Perrin J., Sinibaldi F. (1982). *Automatique industrielle classes de première et terminale (Collection H. Longeot et L. Jourdan)*. Paris : Dunod. (p. 14).

## 10.52 La notion d'analyse descendante

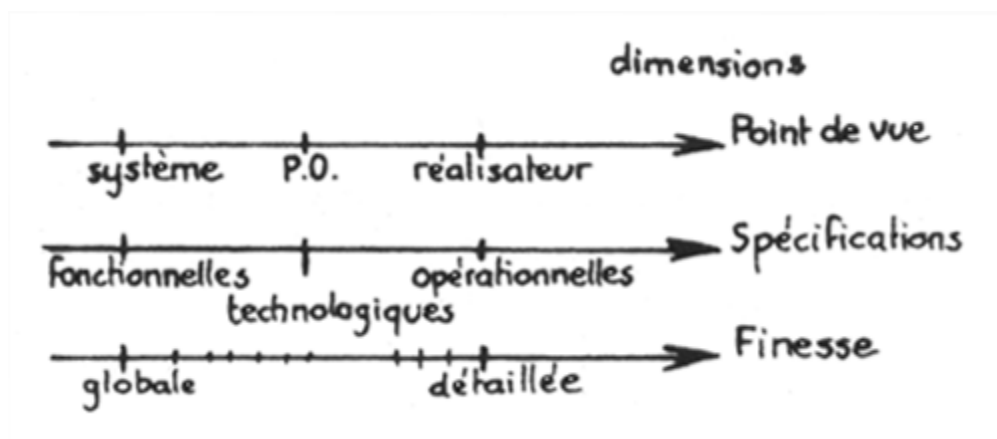
### 10.52.1 Structure à trois niveaux



Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31. (p. 24).

(Ce schéma est extrait d'un ouvrage de Daniel Bouteille à paraître<sup>1</sup> : *L'automatisation pneumatique au service de la productique aux éditions de l'Usine nouvelle.*)

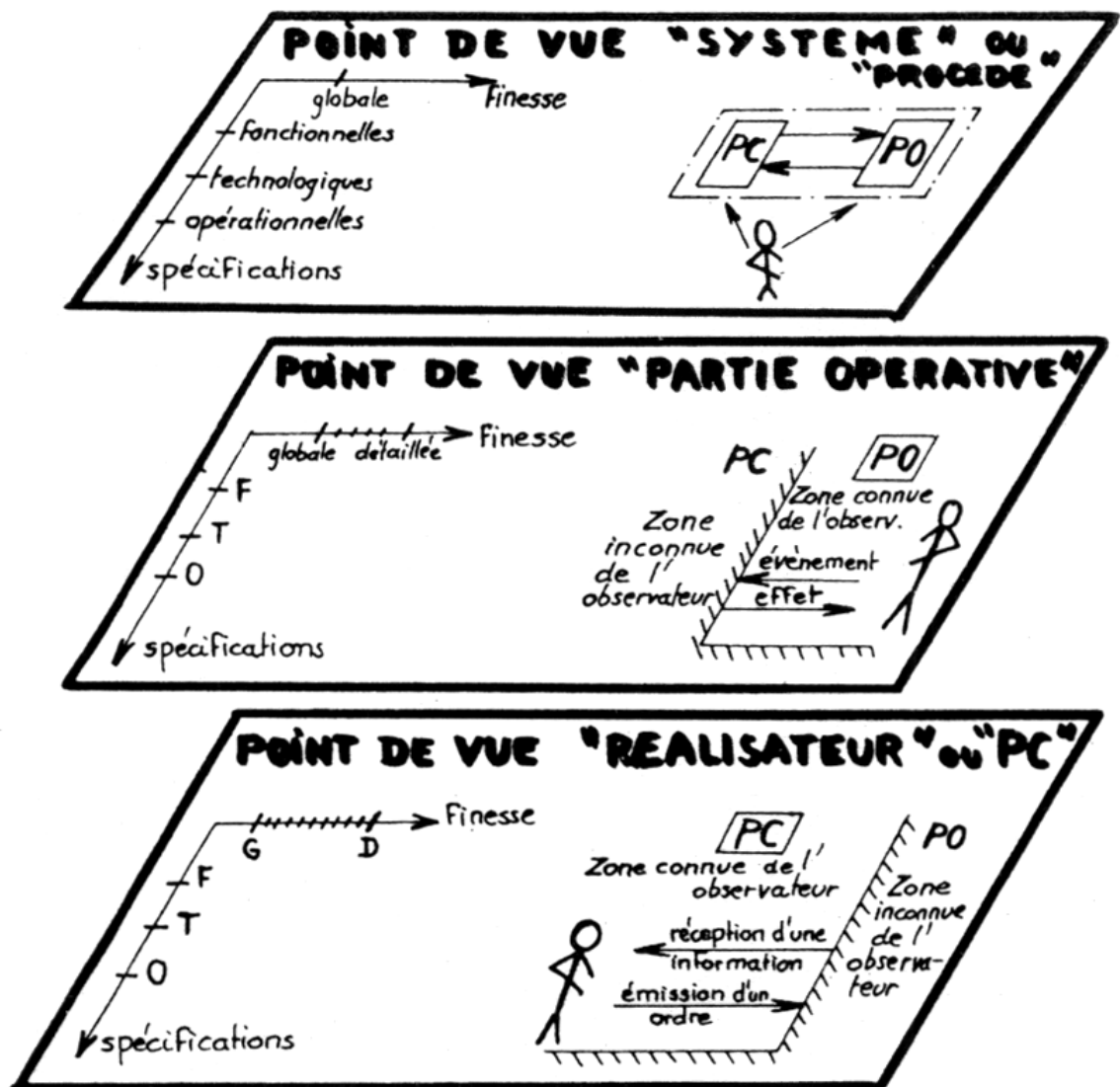
### 10.52.2 Dimensions caractéristiques d'un niveau de GRAFCET



Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31. (p. 25).

<sup>1</sup> À l'époque considérée.

### 10.52.3 Organisation des niveaux de représentation

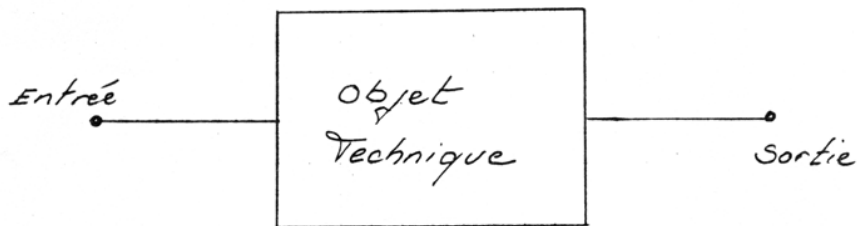


Merlaud Christian (1984). Une méthodologie d'analyse descendante appliquée à la description du fonctionnement d'un système automatisé. *L'ingénieur et le technicien de l'enseignement technique*, 248, 24-31. (p. 26).

# 10.53 Sujet de BEP électronique 1980. Épreuve d'étude technologique d'un objet technique.

## 10.53.1 Schéma fonctionnel, fonction globale et fonctions principales

La fonction globale peut se définir ainsi :



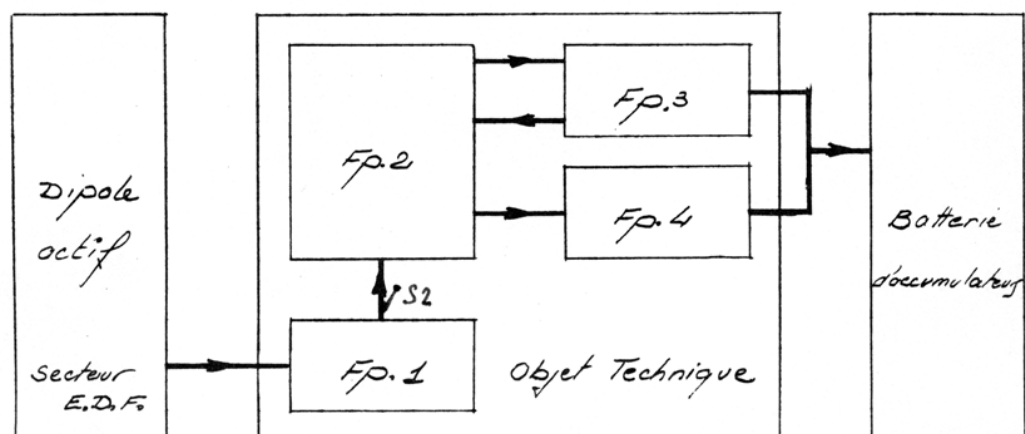
Entrée : Tension sinusoïdale :  $u_1 = U_1 \sqrt{2} \sin \omega t$ .

Sortie : Courant continu :  $\begin{cases} I \text{ indépendant de } t. \\ I \text{ indépendant de } U. \end{cases}$

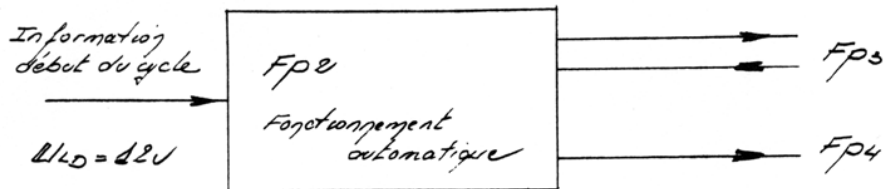
- L'objet technique est un CONVERTISSEUR  
- tension sinusoïdale - courant continu.

II/ - Schéma fonctionnel de l'objet technique

- Schéma fonctionnel des fonctions principales (F.P.) de l'objet technique (O.T.)

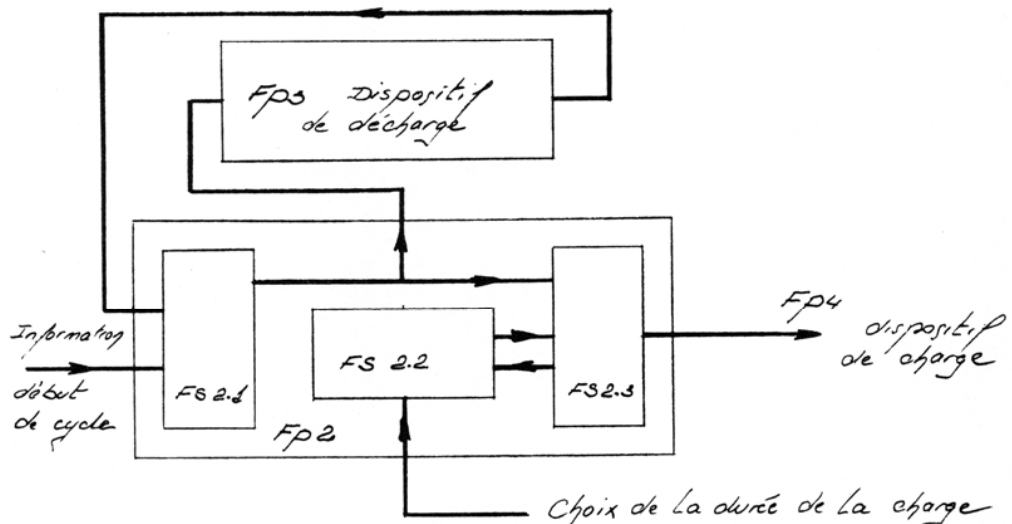


## 10.53.2 Schéma fonctionnel, fonctions principales et fonctions secondaires



### 4.1.2. Organisation des différentes fonctions secondaires en fonctionnement automatique

#### Schéma fonctionnel

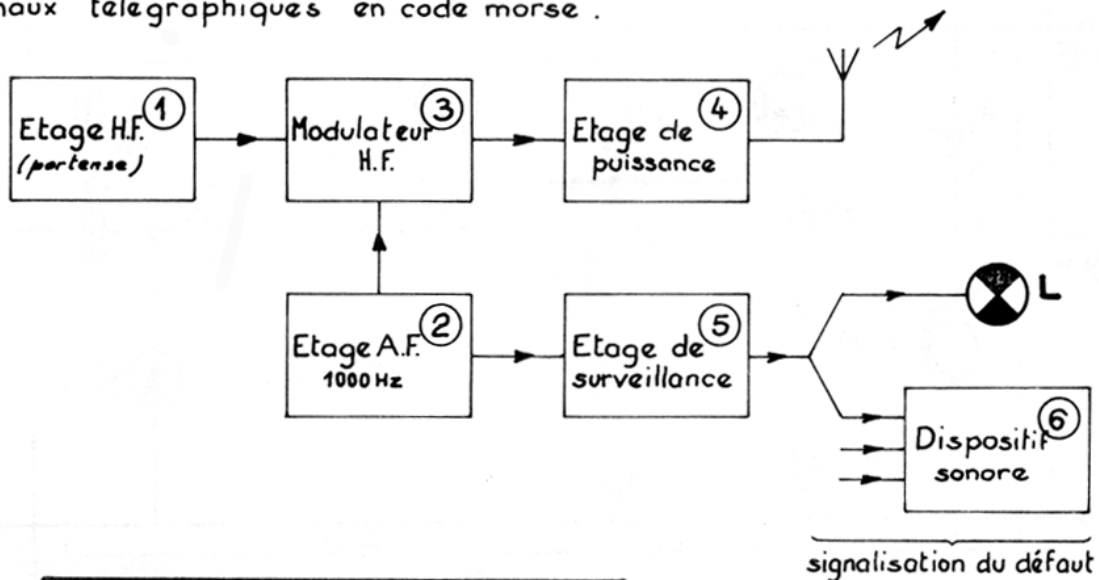


- Fonction secondaire FS 2.1  
Commande du cycle de décharge
- Fonction secondaire FS 2.2  
Bate de temps
- Fonction secondaire FS 2.3  
Commande du cycle de charge

ACADEMIES CRETEIL-PARIS-VERSAILLES-Reims	SUJET	EXAMEN B.E.P.	SPECIALITE Electroniq
---	-------	------------------	--------------------------

## 10.54 Sujet de BEP électronique 1974. Épreuve de technologie schéma. Schéma synoptique et fonctions secondaires

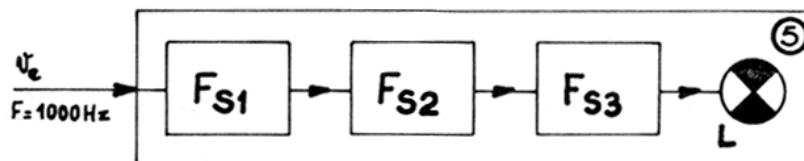
On donne ci-dessous le schéma synoptique d'organisation d'un 1/10  
 émetteur de radionavigation maritime destiné à l'émission permanente de  
 signaux télégraphiques en code morse.



28pts **1<sup>ère</sup> partie : ANALYSE**

On se propose d'étudier le sous-ensemble (5) destiné à la surveillance du fonctionnement de l'étage audio fréquence (2) qui comporte, entre autres, un oscillateur délivrant une tension sinusoïdale de fréquence  $F$  égale à 1000 hertz modulée suivant le code morse.

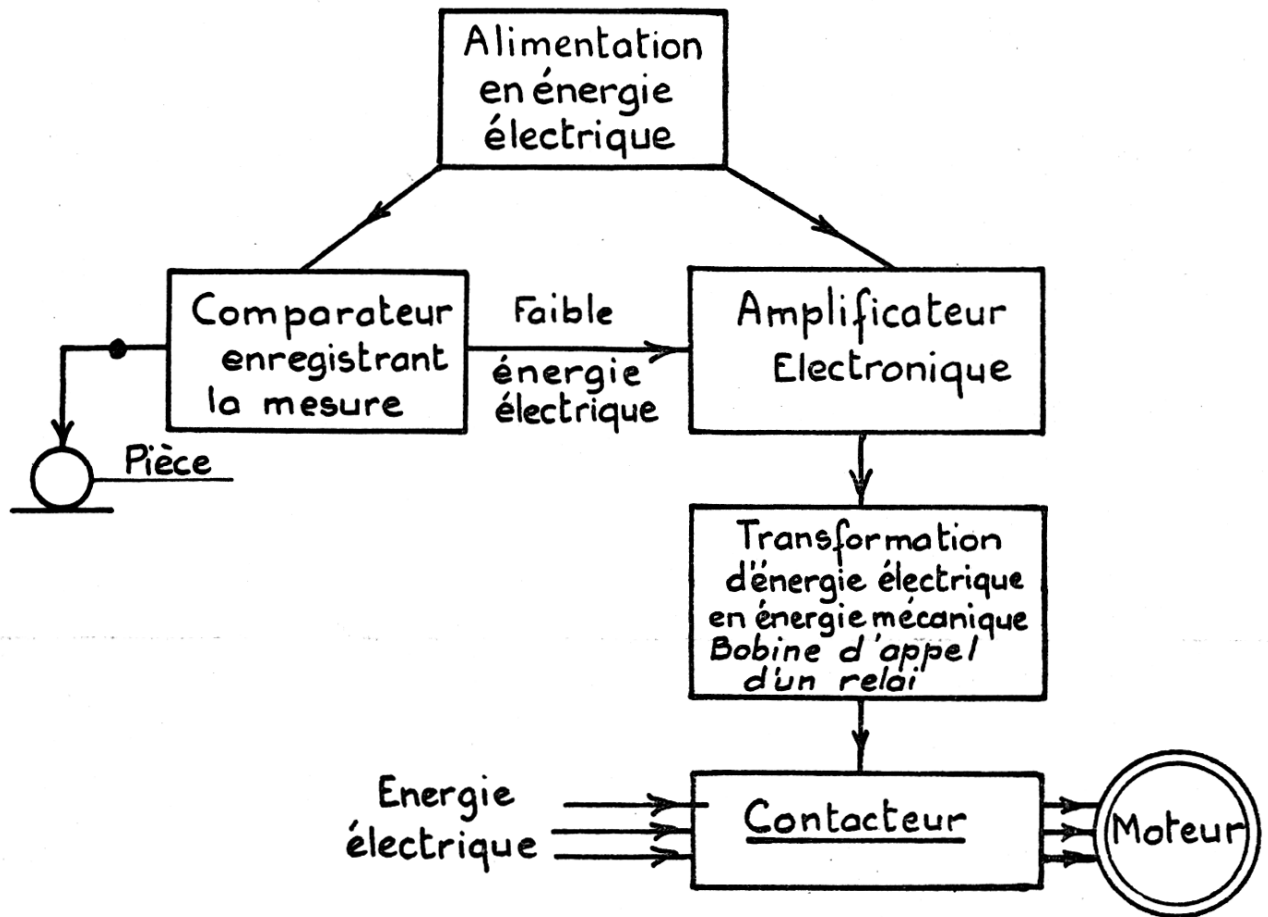
L'organisation du sous-ensemble (5) indiquée ci-dessous fait apparaître les



fonctions secondaires  $F_{s1}$ ,  $F_{s2}$ ,  $F_{s3}$  et la lampe L de signalisation du défaut. Le dispositif

ACADEMIES CRETEIL - PARIS - VERSAILLES	EXAMEN <b>B.E.P.</b>	SPECIALITE <i>Électronique</i>
	TEMPS <i>3h + 45mn</i> COEFF <i>2 lecture</i>	ÉPREUVE <i>Technologie - Schéma</i>
<b>SUJET</b>	SESSION <i>1974</i>	REPERE <i>28B1</i>
		<i>1/10</i>

## 10.55 Contrôle des déplacements lors de l'usinage. Appareils à contrôle automatique

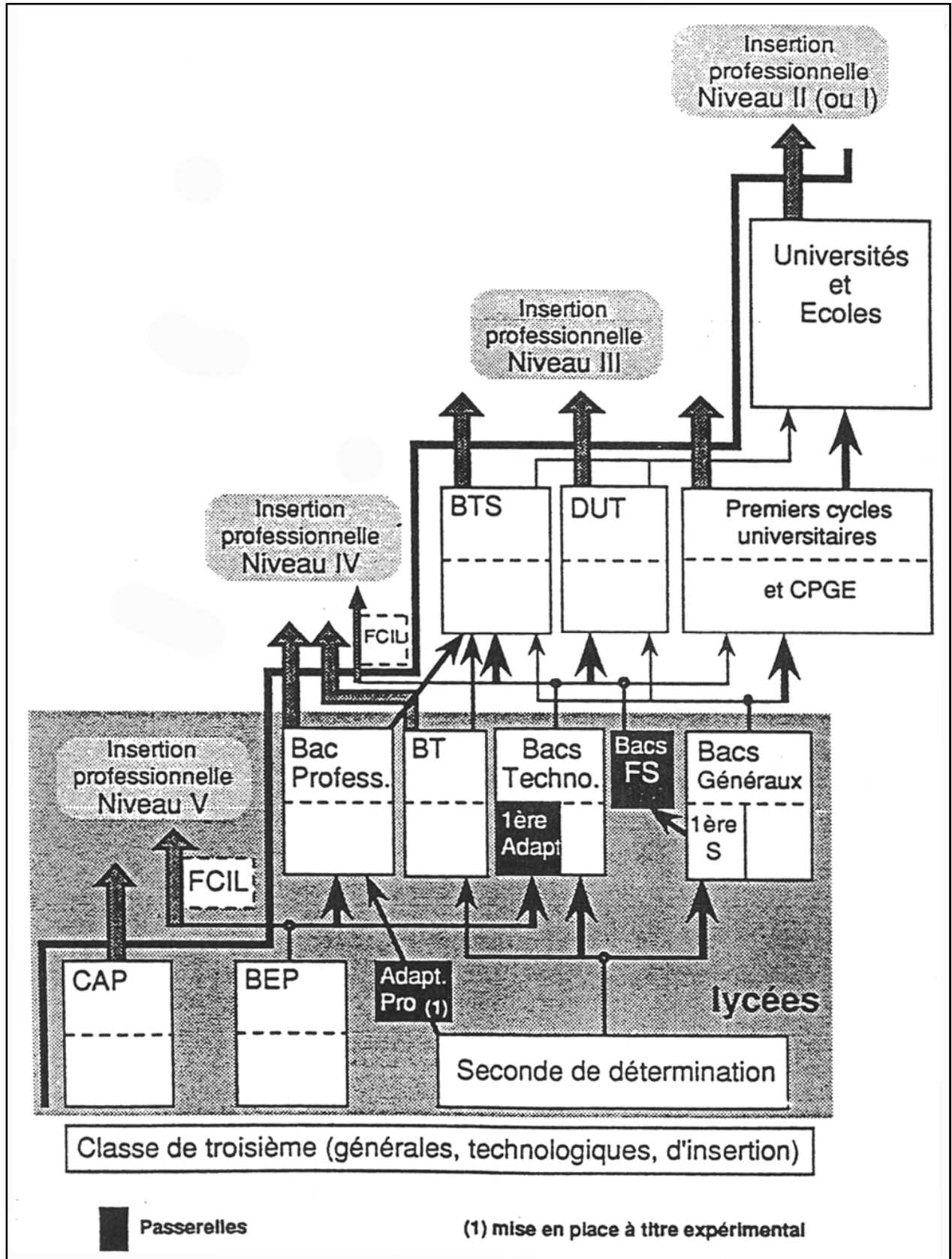


Campa André (1957). Étude fonctionnelle des machines-outils. Transmission de l'énergie à l'outil et à la pièce (suite). Contrôle des déplacements Appareils à contrôle automatique. *Le Cours Industriel*, 10, 261-266. (p. 261).



## **11. 1985-1990, le décloisonnement des spécialités des enseignements technologiques – Le paradigme des systèmes pluritechniques**

## 11.1 Structure du système éducatif à l'horizon 1990



Conseil national des programmes (1991). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution des lycées. Second rapport. mars 1991. Voies et parcours de la formation initiale. Annexe.* Ministère de l'Éducation nationale.

## 11.2 Sections et options du CAPET (1986)

- Section génie mécanique
  - option a : construction,
  - option b : productique,
  - option c : maintenance.
- Section génie civil
  - option a : structures et ouvrages,
  - option b : équipements et énergie.
- Section génie industriel
  - option a : bois,
  - option b : structures métalliques,
  - option c : plastiques et composites,
  - option d : verre et céramique,
  - option e : textile et cuir.
- Section génie électrique
  - option a : électronique et automatique,
  - option b : électrotechnique et énergie,
  - option c : informatique et télématique.
- Section industries graphiques.
- Section sciences et techniques médico-sociales.
- Section technologies de la vie familiale et sociale.
- Section génie biologique.
- Section technologie
  - option a : construction mécanique,
  - option b : construction électrique,
  - option c : gestion.
- Section économie et gestion
  - option a : économie et gestion administrative,
  - option b : économie et gestion comptable et financière,
  - option c : économie et gestion commerciale.
- Section bureautique et communication administrative
- Section informatique et gestion.
- Section hôtellerie - tourisme
  - option a : techniques culinaires,
  - option, b : techniques de service et d'accueil,
  - option c : tourisme.
- Section arts appliqués à la création industrielle, artisanale et du cadre de vie.

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 19. Sections et modalités d'organisation du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

### 11.3 Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours des CAPET de génie mécanique, génie civil, génie industriel et génie électrique

#### Premier concours

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Sciences et techniques industrielles (a) .....	8 h	3
2. Etude d'un système et/ou d'un processus technique (a) .....	8 h	3
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Technologie (a) .....	1 h (prép. 3 h)	4
2. Travaux pratiques (a) .....	8 h	4
3. Entretien .....	1 h (prép. 1 h)	4

#### Second concours

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Exploitation pédagogique d'un thème technologique (a) .....	8 h	3
2. Etude d'un système et/ou d'un processus technique (a) .....	8 h	3
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Technologie (a) .....	1 h (prép. 3 h)	4
2. Travaux pratiques (a) .....	8 h	4
3. Entretien .....	1 h (prép. 1 h)	4

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 19. Sections et modalités d'organisation du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

### 11.4 Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours du CAPET de technologie

#### Premier concours

##### Options a et b

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Etude d'un système technique (1) .....	8 h	2
2. Etude d'un thème relatif à la gestion de l'entreprise .....	4 h	1
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Technologie (1) .....	4 h	2
2. Travaux pratiques (1) .....	8 h	2
3. Entretien sur un sujet d'ordre économique .....	1 h (prép. 1 h)	2

(1) Le sujet de l'épreuve se rapporte à l'option du concours.

**Second concours**

*Options a et b*

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Exploitation pédagogique d'un thème technologique, dans ses dimensions technique et économique .....	8 h	2
2. Etude d'un système technique dans sa totalité, approfondissement de la partie mécanique du système pour l'option a, de la partie électronique du système pour l'option b .....	8 h	1
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Technologie (dans l'option du concours) .....	4 h	2
2. Travaux pratiques (dans chacun des trois domaines constitutifs de la section) .....	8 h	2
3. Projet technique dont le thème doit porter à la fois sur le domaine industriel et le domaine économique .....	1 h (prép. 1 h)	2

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 19. Sections et modalités d'organisation du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

## 11.5 Nature, durée et coefficients des épreuves aux concours du cycle préparatoire au CAPET industriel et de technologie

### 11.5.1 Génies mécanique, électrique, industriel et civil

**Sections Génie mécanique, Génie civil, Génie industriel, Génie électrique**

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Sciences et techniques industrielles (1) .....	4 h	3
2. Etude d'un système et/ou d'un processus (1) .....	8 h	3
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Technologie (1) .....	1 h (prép. 3 h)	4
2. Travaux pratiques (1) .....	8 h	4
3. Entretien .....	1 h (prép. 1 h)	4

(1) Dans la section et, éventuellement, l'option choisie.

### 11.5.2 Technologie

**Section Technologie**

*Options a et b*

Nature des épreuves	Durée maximale	Coefficient
<i>Epreuves d'admissibilité</i>		
1. Sciences et techniques industrielles (1) .....	6 h	1
2. Etude d'un système technique (1) .....	8 h	1
<i>Epreuves d'admission</i>		
1. Automatique et informatique (1) .....	4 h	1
2. Etude d'un thème technique (1) .....	6 h	1
3. Entretien sur un sujet d'ordre économique .....	1 h (prép. 1 h)	1

(1) Le sujet de l'épreuve se rapporte à l'option du concours.

Arrêté du 20 mai 1986. BO spécial n° 5 du 26 juin 1986, p. 31. Sections et modalités d'organisation des concours d'entrée en cycle préparatoire au certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique.

## 11.6 Les deux parties du programme de technologie industrielle du baccalauréat E (1988)

TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">Génie mécanique</th> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">Etude des parties mécaniques, des systèmes automatisés, des produits et des procédés.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Conception des ensembles</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Définition des éléments</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Industrialisation des produits</td> </tr> </table>	Génie mécanique			Etude des parties mécaniques, des systèmes automatisés, des produits et des procédés.			Conception des ensembles	Définition des éléments	Industrialisation des produits	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">Génie électrique</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">Etude du traitement de l'information et des flux d'énergie électrique dans les systèmes automatisés</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Automatique et informatique appliquées aux SA</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Electronique industrielle</td> </tr> </table>	Génie électrique		Etude du traitement de l'information et des flux d'énergie électrique dans les systèmes automatisés		Automatique et informatique appliquées aux SA	Electronique industrielle
Génie mécanique																
Etude des parties mécaniques, des systèmes automatisés, des produits et des procédés.																
Conception des ensembles	Définition des éléments	Industrialisation des produits														
Génie électrique																
Etude du traitement de l'information et des flux d'énergie électrique dans les systèmes automatisés																
Automatique et informatique appliquées aux SA	Electronique industrielle															
<p>Etude des parties mécaniques des systèmes automatisés, des produits et des procédés</p> <hr/> <p><i>A. Conception des ensembles</i>            Etude fonctionnelle, faisabilité            Innovations de produits            Spécification des produits            Définition graphique du projet            Calcul des grandeurs physiques liées à la P.O.            Mesure des grandeurs physiques            Maîtrise et gestion de la qualité            Analyse de la valeur            Qualification des produits</p> <p><i>B. Définition des éléments</i>            Analyse fonctionnelle d'une P.O. mécanique            Procédés d'élaboration des pièces mécaniques            Définition d'une pièce            Calculs de vérification du comportement d'une pièce</p> <p><i>C. Industrialisation des produits</i>            Compétitivité des produits            Industrialisation des produits            Définition des produits            Contrôle et gestion de la qualité            Analyse de la valeur des composants            Optimisation</p>	<p>Etude du traitement de l'information et des flux d'énergie électrique dans les systèmes automatisés</p> <hr/> <p><i>D. Automatique et informatique appliquées aux systèmes automatisés (gestion de l'information)</i>            Etude fonctionnelle des systèmes de traitement de l'information            Structure matérielle des systèmes de traitement de l'information            Représentation et traitement des données            Structure logicielle des systèmes de traitement de l'information            Notions d'asservissement            Application aux automatismes industriels</p> <p><i>E. Electronique industrielle</i>            Représentation fonctionnelle des systèmes électroniques.            Traitement des signaux            Conversions de données (A / N, N / A)            Conversions d'énergies électriques            Conversions électromécaniques            Conversions optoélectroniques            Conversions de grandeurs physiques (capteurs)</p>															
ENSEIGNEMENT DE L'ETUDE DES CONSTRUCTIONS	ENSEIGNEMENT DE L'ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES															

Arrêté du 22 avril 1988. BO supplément au n° 18 du 12 mai, tome I, p. 5. Horaires et programmes des enseignements technologique des classes de première et terminales conduisant au baccalauréat de la série E et aux baccalauréats technologiques F1 - F2 - F3 - F4 - F9 - F10 option appareillage - Annexe II : programmes. Baccalauréat E. (p. 19).

### 11.7 Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1988

	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les deux ans
Étude des constructions (génie mécanique)	3 + 3 h (TP)	2 h 30 + 3 h (TP)	11 h 30 h
Étude des systèmes techniques industriels (génie électrique)	3 + 3 h (TP)	2 h 30 + 3 h (TP)	11 h 30 h
Total hebdomadaire	12 h	11 h	23 h

### 11.8 Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de mathématiques et techniques (baccalauréat E) 1989

	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les deux ans
Étude des constructions (génie mécanique)	1 + 3 h (TP)	1 + 3 h (TP)	8 h
Étude des systèmes techniques industriels (génie électrique)	1 + 3 h (TP)	1 + 3 h (TP)	8 h
Total	8 h	8 h	16 h

## 11.9 Exemple de fiche pédagogique qui accompagne le programme de technologie industrielle du baccalauréat E (chapitre 7) 1989

### A7 - Analyse de la valeur.

#### OBJECTIF

*A partir d'un dossier technique accompagné de la solution industrielle et des données sur les coûts :*

13- Conduire l'analyse fonctionnelle de la solution, l'étude critique et proposer une optimisation accompagnée du bilan économique.

#### BUTS du COURS en TE (2h)

- Conduire une analyse fonctionnelle et déterminer la valeur et le coût des fonctions liées à des contraintes données.
- Proposer un plan de travail d'une action "analyse de la valeur".
- Définir les critères d'optimisation d'un produit en cherchant le juste nécessaire.

#### TRAVAUX PRATIQUES en TE : 1 TP

- Analyser une solution existante afin de mettre en évidence la valeur et le coût des fonctions.
- Effectuer une étude critique d'une solution existante afin de l'optimiser.

#### **Supports**

- Dossiers techniques et données économiques relatifs à l'étude d'un système ou d'un produit.
- Produits ou parties mécaniques de systèmes accompagnés des données nécessaires à une analyse de la valeur :
  - expression du besoin;
  - définition de l'environnement;
  - dossier de définition et de fabrication;
  - coûts et investissements;
  - objectifs, contraintes et moyens.....

Arrêté du 22 avril 1988. BO supplément au n° 18 du 12 mai, tome I, p. 5. Horaires et programmes des enseignements technologiques des classes de première et terminales conduisant au baccalauréat de la série E et aux baccalauréats technologiques F1 - F2 - F3 - F4 - F9 - F10 option appareillage - Annexe II : programmes. Baccalauréat E. (p. 49).



## 11.10 Introduction officielle de la pédagogie par objectif (baccalauréat technologique F4 génie civil) 1989

### CAPACITÉS GÉNÉRALES

Les capacités suivantes sont communes à tous les domaines de formation

CG1 s'informer	CG 1.1.	Saisir et comprendre un message
	CG 1.2.	Conduire une recherche documentaire
	CG 1.3.	Observer - Reconnaître
CG2 réaliser	CG 2.1.	Résoudre un problème
	CG 2.2.	Organiser une activité
	CG 2.3.	Acquérir les bases d'une méthode de travail
apprécier	CG 3	Apprécier
CG 4 rendre compte	CG 4.1.	Transmettre l'information
	CG 4.2.	Exposer un travail personnel ou d'équipe

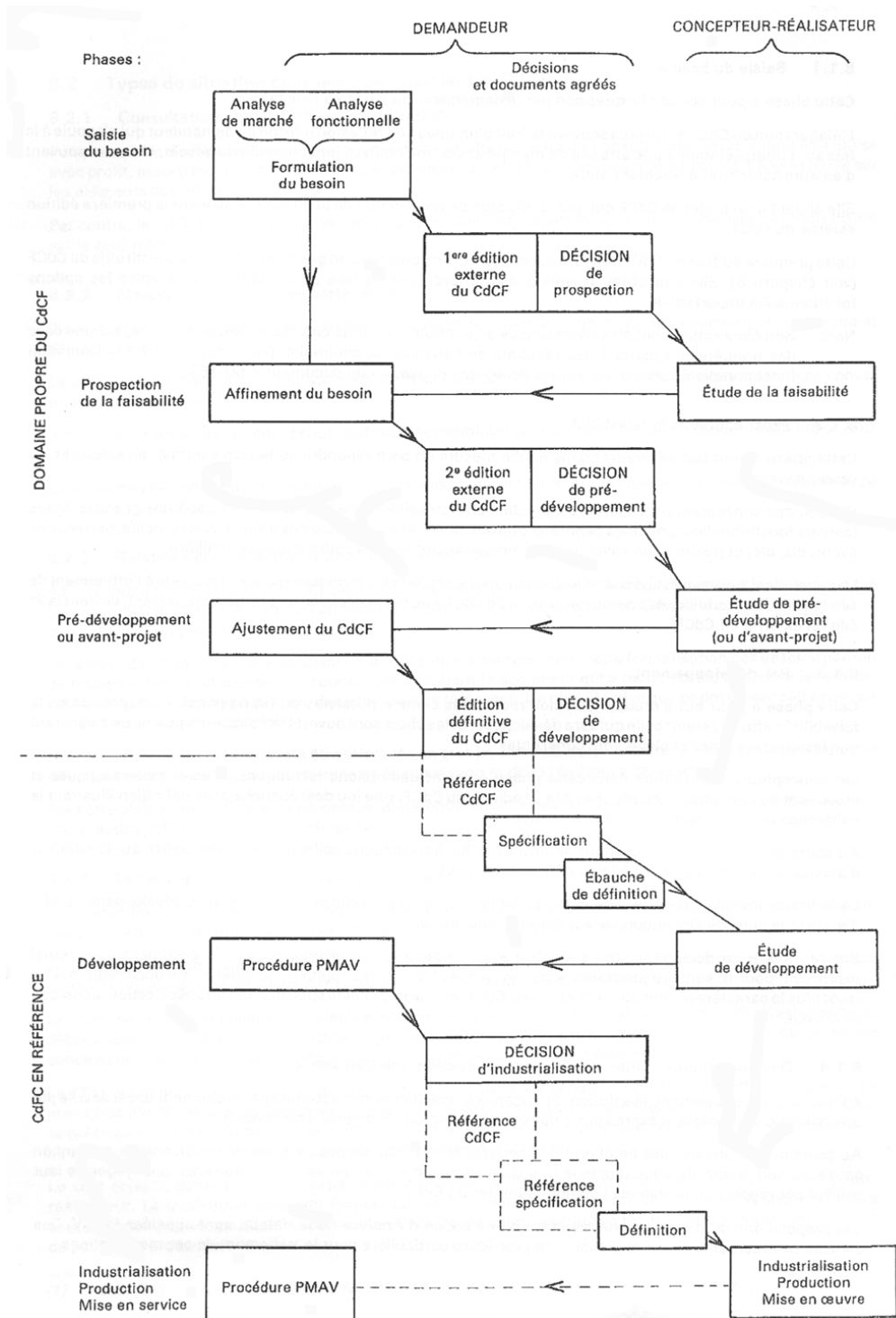
<b>CAPACITÉS</b> <b>S'informer CG 1</b> <b>Saisir et comprendre un message - CG 1.1</b>		
On donne (éléments fournis)	On demande (travail demandé)	On exige (indicateur d'évaluation)
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Un message à caractère :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- humain</li> <li>- économique</li> <li>- scientifique</li> <li>- technique.</li> </ul> </li> <li>— Ce message peut être :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- écrit</li> <li>- oral</li> <li>- graphique.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— De maîtriser la lecture, le vocabulaire, les différents langages (écrit, oral, graphique,...).</li> <li>— De s'approprier un message dans sa forme et dans son contenu.</li> <li>— De le situer, de l'analyser de manière à en retenir les éléments essentiels, à en retenir la signification globale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— La preuve tangible de la compréhension du message (compte rendu, résumé, synthèse, schéma, action...)</li> </ul>
<b>S'informer CG 1</b> <b>Conduire une recherche documentaire CG 1.2</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Un sujet à caractère :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- technique</li> <li>- scientifique</li> <li>- économique</li> <li>- humain.</li> </ul> </li> <li>— Un ensemble de documents relatifs au sujet proposé (livres, règlement, notices, articles, éventuellement films, photos, banques de données, matériels,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— De rechercher les documents faisant référence au sujet proposé.</li> <li>— D'en extraire les références relatives au sujet à étudier.</li> <li>— De tirer les documents, de sélectionner ceux qui sont adaptés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Constituer un ensemble documentaire approprié.</li> </ul>

Arrêté du 22 avril 1988. BO n° spécial 1 du 6 avril 1989, p. 1. Commentaires des programmes de technologie industrielle. (p. 54).

## 11.11 Liste chronologique de parution des normes relatives à l'analyse fonctionnelle, l'analyse de la valeur et le management par la valeur

Référence	Date d'effet : année- mois	Titre	Remplace	Datée de	Remplacé par	Date d'effet
NF X 50-151	1984-6	Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel - (Expression fonctionnelle du besoin) - <i>Norme expérimentale</i>			NF X 50-151	1991-12
NF X 50-150	1985-5	Analyse de la valeur – Vocabulaire - <i>Norme expérimentale</i>			NF X 50-150	1990-8
NF X 50-152	1985-5	Analyse de la valeur – Caractéristiques fondamentales - <i>Norme expérimentale</i>			NF X 50-152	1990-8
FD X 50-153	1985-5	Analyse de la valeur – Recommandation pour sa mise en œuvre			FD X 50-153	2009-9
FD X 50-100	1987-4	De l'expression du besoin à la compétitivité			FD X 50-101	1995-12
NF X 50-150	1990-8	Analyse de la valeur - Analyse Fonctionnelle – Vocabulaire - Remplace la norme expérimentale NF X 50-150 de mai 1985	NF X 50-150	1985-5	NF EN 1325-1	1996-11
NF X 50-152	1990-8	Analyse fonctionnelle – Caractéristiques fondamentales - Remplace la norme expérimentale X 50-152 de mai 1985	NF X 50-152	1985-5	NF X 50-152	2007-9
NF X 50-151	1991-12	Analyse de la valeur - Analyse Fonctionnelle – Management par la valeur – Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel - Remplace la norme expérimentale de juin 1984	NF X 50-151	1984-6	NF X 50-151	2007-9
FD X 50-101	1995-12	Analyse fonctionnelle - l'analyse fonctionnelle outil interdisciplinaire de compétitivité	FD X 50-100	1987-4		
NF EN 1325-1	1996-11	Vocabulaire du management par la valeur, de l'analyse de la valeur et de l'analyse fonctionnelle - Partie 1 : analyse de la valeur et Analyse fonctionnelle (indice de classement X 50-150-1)	NF X 50-150	1990-8		
NF X 50-100	1996-12	Analyse fonctionnelle – Caractéristiques fondamentales			NF X 50-100	2011-10
NF EN 12973	2000-6	Management par la valeur (indice de classement X 50-154)				
NF EN 1325-2	2005-3	Vocabulaire du management par la valeur, de l'analyse de la valeur et de l'analyse fonctionnelle – Partie 2 : Management par la valeur - Remplace NF X 50-150 (indice de classement X 50-150-2)	NF X 50-150	1990-8		
FD X50-158	2007-2	Management par la Valeur - Apports du Management par la valeur aux processus de l'entreprise				
NF X 50-151	2007-9	Management par la valeur – Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel	NF X 50-151	1991-12		
NF X 50-152	2007-9	Management par la valeur – Caractéristiques fondamentales de l'analyse de la valeur	NF X 50-152	1990-8		
FD X 50-153	2009-9	Analyse de la valeur – Recommandation pour sa mise en œuvre				
NF X 50-400	2009-9	Management des systèmes – référentiel cadre (norme expérimentale)				

## 11.12 Phases de discussion et d'élaboration de documents entre un « demandeur » et un « concepteur-réalisateur »



NF X 50-150. 1987 (p. 13).

## 11.13 L'analyse de la valeur selon son concepteur, Lawrence Delos Miles

3 PRÉCEPTES DE BASES + 7 PHASES + 13 MÉTHODES  
= ANALYSE DE LA VALEUR

### 3. Préceptes.

1. Identifiez la fonction.
2. Évaluez les fonctions par comparaison.
3. Recherchez, définissez, examinez les solutions possibles.

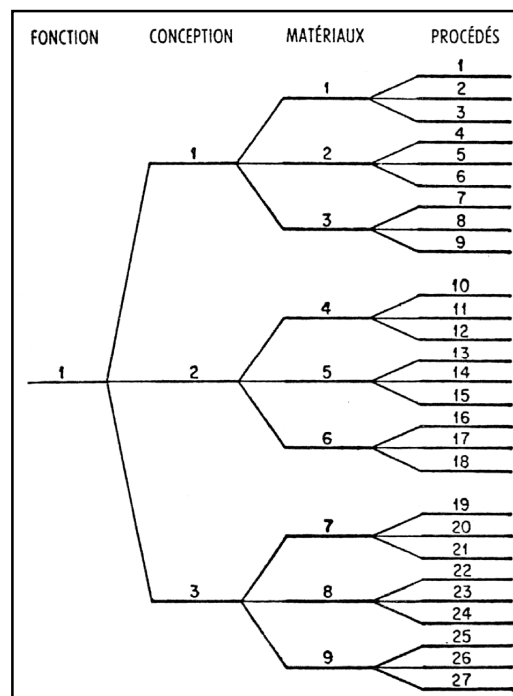
### 7. Phases

1. Orientation.
2. Information.
3. Réflexion et création.
4. Analyse.
5. Plan de travail.
6. Exécution du programme.
7. Tableau des résultats — Conclusion.

### 13. Méthodes.

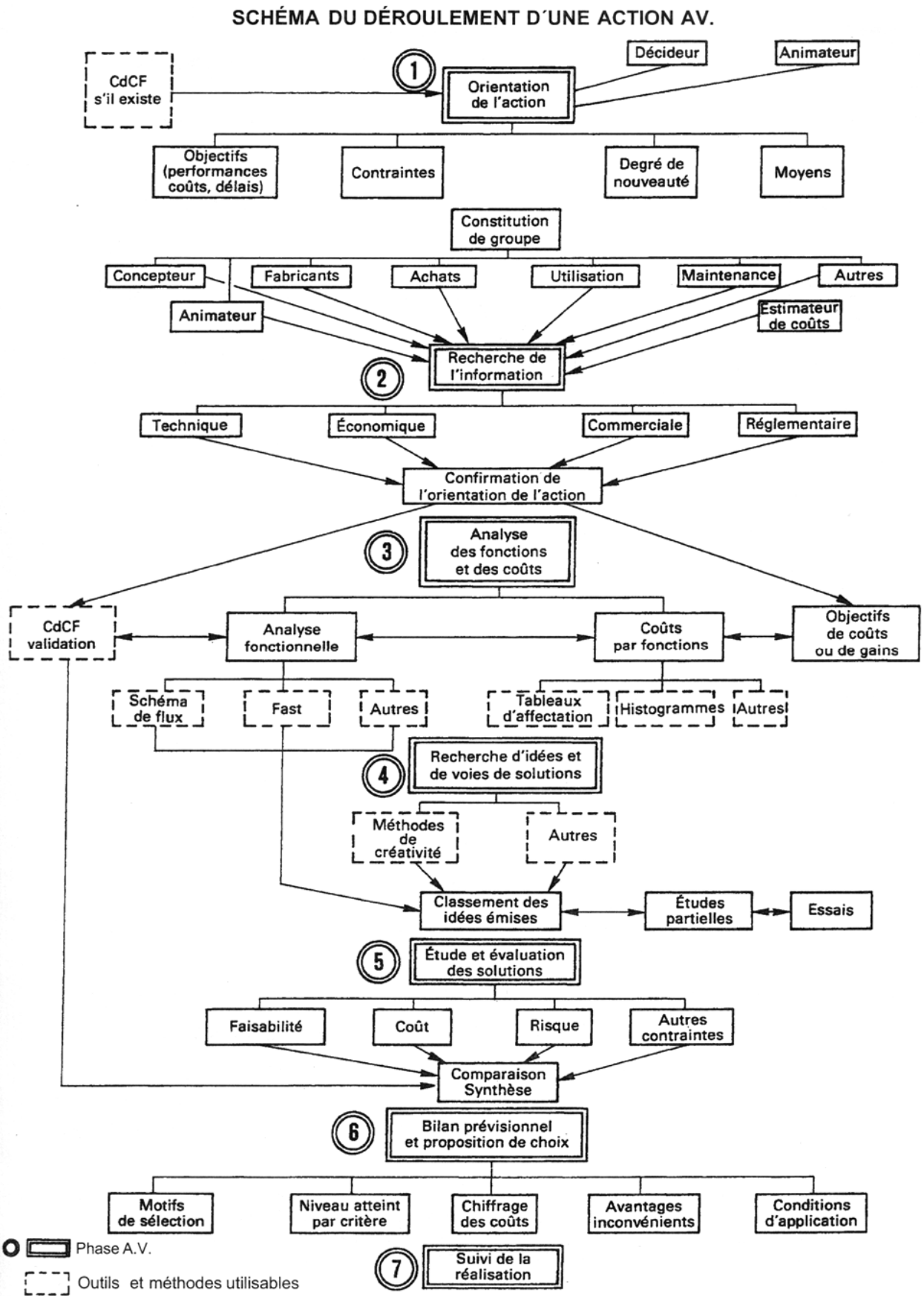
1. Évitez les lieux communs et les banalités.
2. Rassemblez tous les éléments disponibles à propos des coûts.
3. N'utilisez que les meilleures sources d'information.
4. Dynamitez, reconstruisez, améliorez.
5. Faites preuve d'une réelle imagination créatrice.
6. Repérez puis enfoncez les barricades.
7. Faites appel à des spécialistes pour accroître vos connaissances des spécialités.
8. Chiffrez les tolérances.
9. Utilisez les produits fonctionnels existants chez les fournisseurs.
10. Utilisez et rémunérez l'expérience et les compétences de vos fournisseurs.
11. Utilisez des procédés spécialisés.
12. Utilisez des standards applicables.
13. Raisonner comme « si c'était votre argent ».

## 11.14 Arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédés pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit



Miles Lawrence Delos (1966). *L'analyse de la valeur, réduction scientifique du prix de revient*. Adaptation française par des ingénieurs du groupe Planus. Paris : Dunod. (p. 184 et 91).

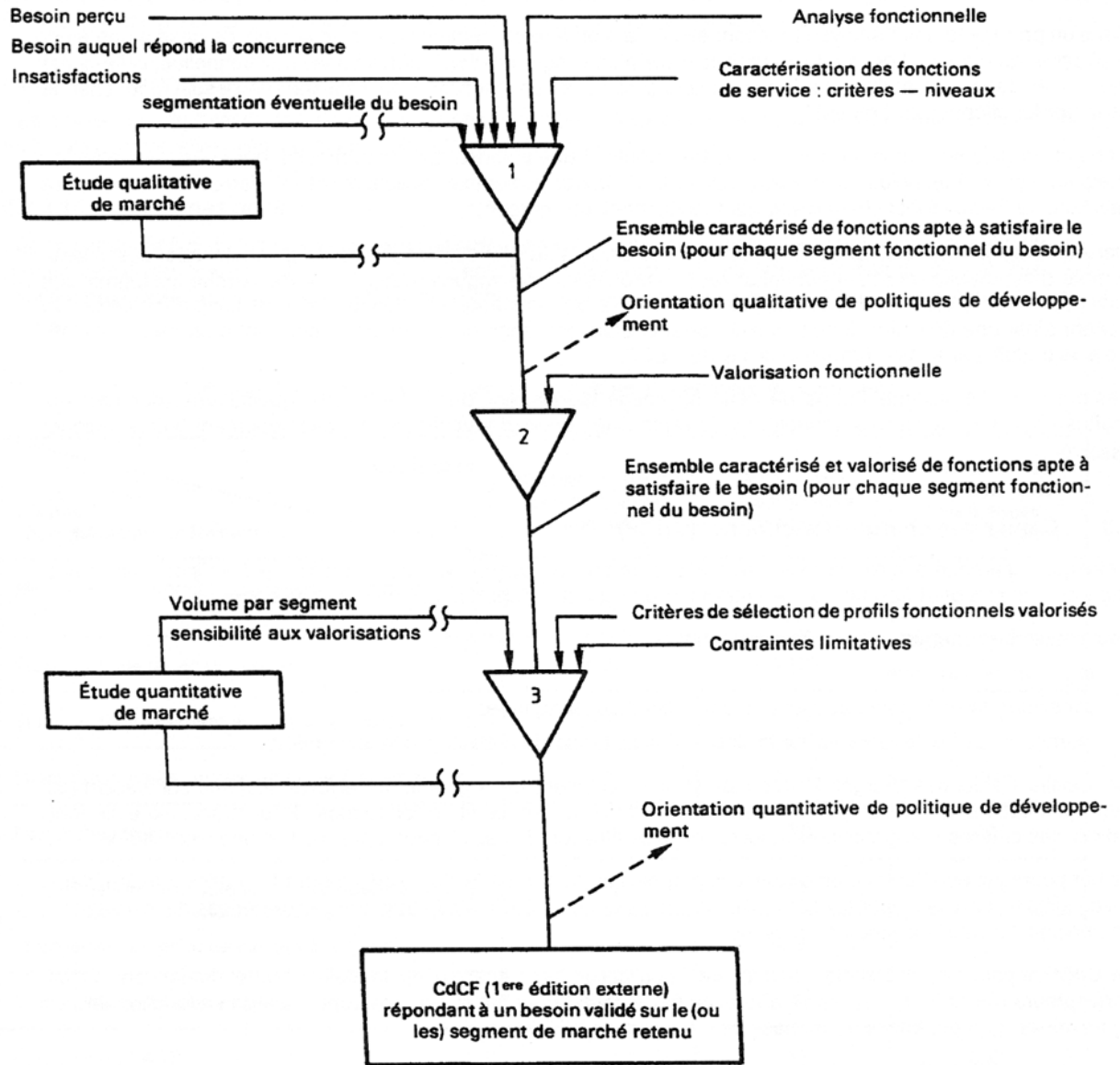
# 11.15 Les sept points du plan d'une analyse de la valeur AFNOR



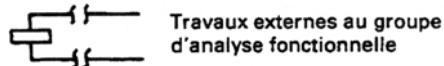
# 11.16 Procédure de définition du cahier des charges fonctionnel AFNOR

Analyse et saisie du besoin

Analyse fonctionnelle



Légende :



# 11.17 Caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions (exemple de tableau d'aide), AFNOR

## ANNEXE A

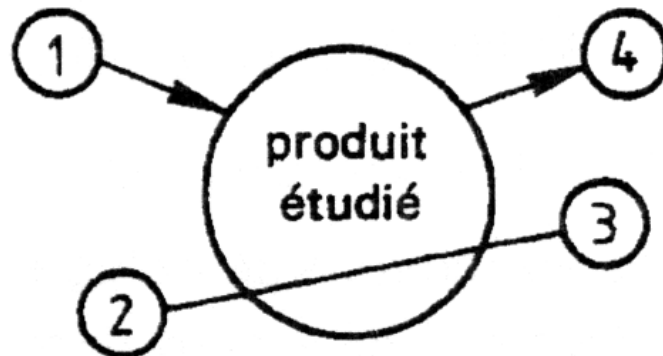
(ne fait pas partie intégrante de la norme)

### ILLUSTRATION D'EXPRESSION FONCTIONNELLE — SYSTÈME DE CONDITIONNEMENT D'AIR

FONCTION	CRITÈRES	NIVEAUX	FLÉXIBILITÉ	
			Classes	Limites d'acceptation Taux d'échange
Assurer le renouvellement de l'air	Taux de renouvellement de l'air	A fois le volume par heure B % du temps de référence	F 1	A' (*) A' < A B' < B
Contribuer au confort des occupants	Disponibilité		F 1	
	Réponse au réglage de la température demandée	Écart < C (*)	F 1	
	Vitesse de l'air	< à D m/s	F 1	suivant les abaques de confort
	Hygrométrie	Écart < E %	F 1	Taux d'échange possible (vitesse, température, hygrométrie)
	Confort acoustique	Bruit < à F dB dans la pièce	F 2	Réduction de n % du prix par dB au-dessus F
Assurer la qualité sanitaire de l'air	Concentration de l'air en particules	< G g/m <sup>3</sup>	F 0	
	Concentration de l'air en bactéries	< H/m <sup>3</sup>	F 1	
Participer à l'harmonie visuelle en situation	Voies favorables d'échantillons représentatifs d'utilisateurs	> à I %	F 2	
Assurer la sécurité	Conformité aux normes	ceux stipulés par les normes	F 0	

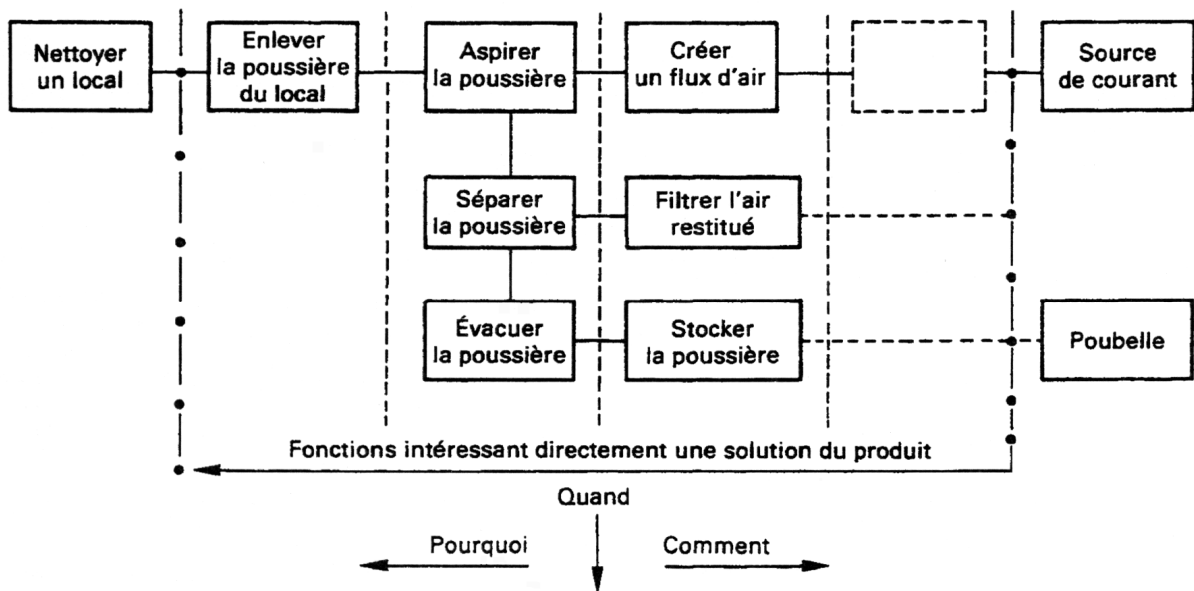
(\*) Aux tolérances de mesure près.

### 11.18 Méthode d'inventaire systématique du milieu environnant au produit étudié AFNOR



NF X 50-153. 1985, p. 10

### 11.19 Diagramme FAST » (Fonction Analysis System Technique), représentation pour une solution des fonctions de service et des fonctions techniques dans leurs enchainements logiques AFNOR

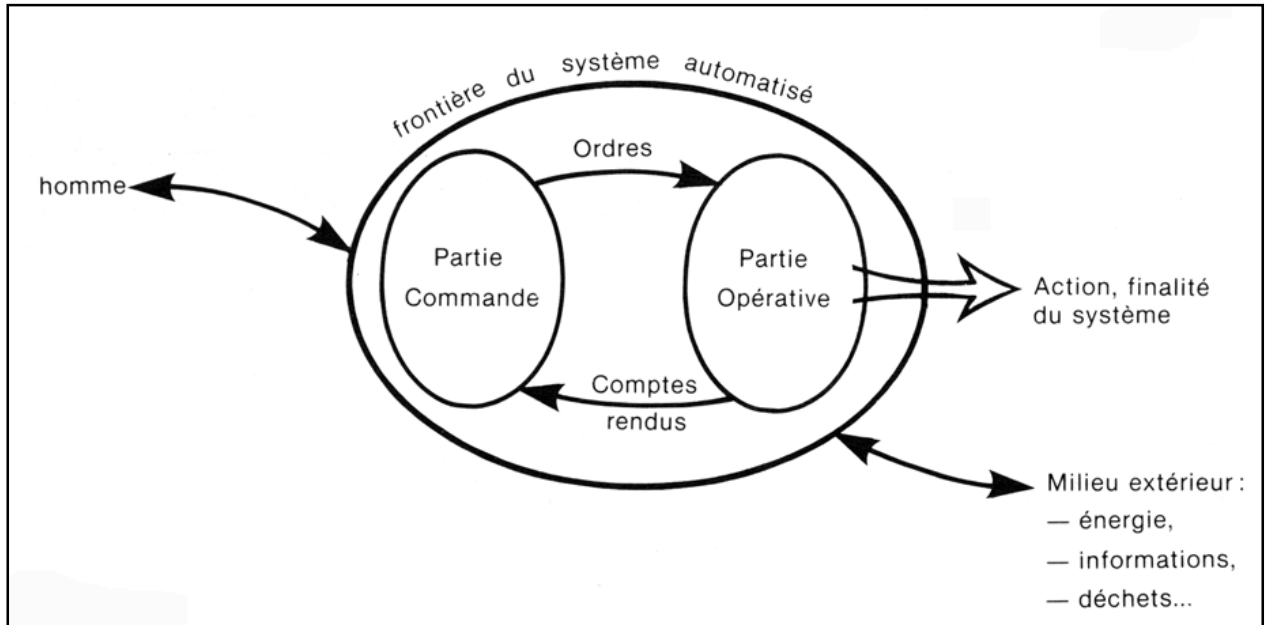


NF X 50-153. 1985 (p. 11).

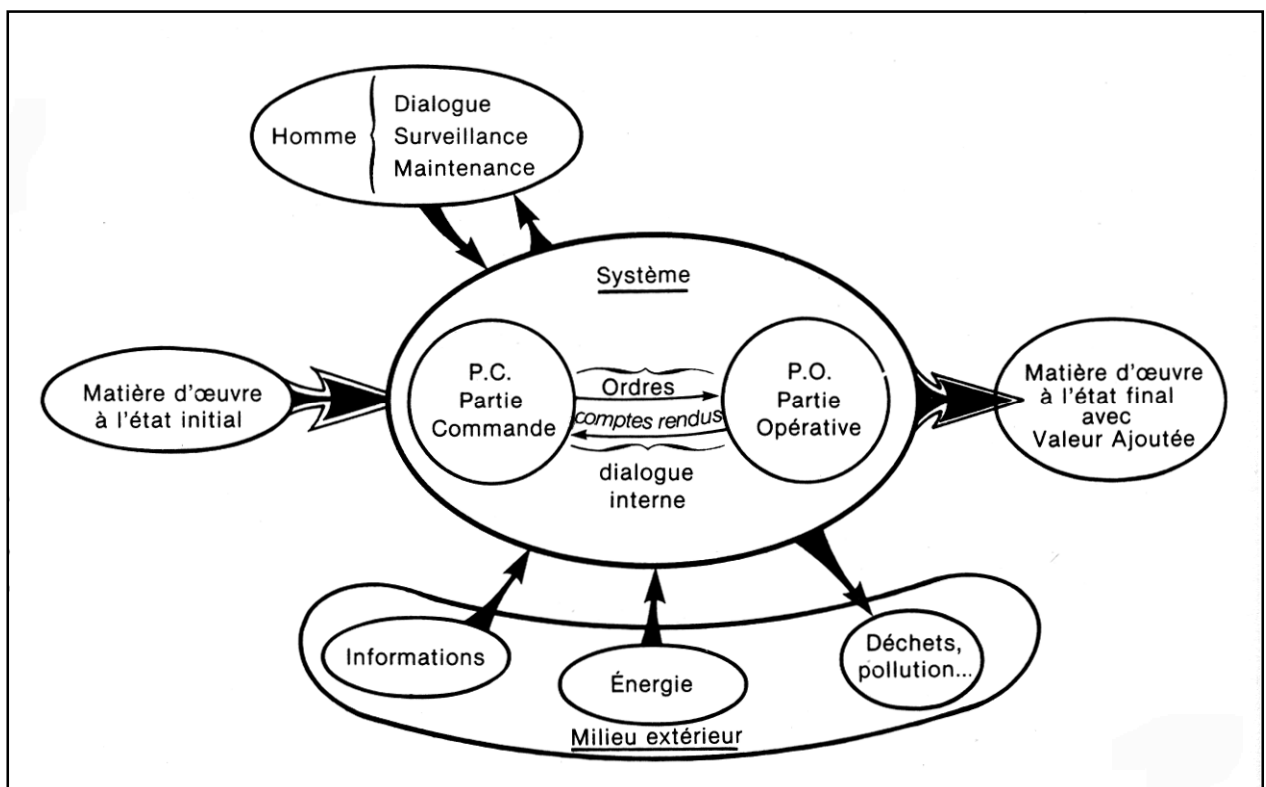


## 11.20 Usage de cercles et de flèches pour représenter des liaisons entre éléments d'un système

### 11.20.1 Structure et relation avec l'extérieur d'un système automatisé



### 11.20.2 Mise en situation générale du système



Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 24 et 28).

## 11.21 Les quatorze outils susceptibles d'être mis en œuvre pour l'analyse du besoin et de pour l'analyse fonctionnelle.

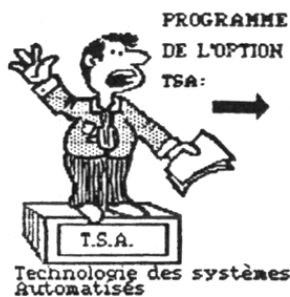
Outils (voir définitions précédentes)	Utilisations	Analyse du besoin (exprimé, latent, potentiel)	Recherche des fonctions de service	Identification des fonctions techniques (d'une solution)
Méthodes d'inventaire systématique du milieu environnant		XX	XXX	X
Étude du cycle de vie du produit		XXX	XXX	X
Étude de comportement de l'utilisateur potentiel		XXX	XX	X
Étude des produits voisins, analogues, concurrents		XX	XXX	XX
Recherche intuitive		XX	XX	XX
Recherche des insatisfactions des produits existants		XXX	XXX	XX
Changement de point de vue systématique		XX	XXX	X
Critères d'appréciation et leurs niveaux		XXX	XX	
Diagrammes FAST			XX	XXX
Tableaux achroniques			XX	XXX
Schémas de contact				XX
Graphes de produit				XX
Arbres ou graphes de fonctions			XX	XX
Schémas de flux			XX	XX
<p>X Utilisation peu fréquente.            XX Peut être utilisé.            XXX Domaine traditionnel d'exploitation.</p>				

NF X 50-153. 1985 (p. 12).

## 11.22 Dossier pédagogique en TSA : présentation des relations entre le programme, les apports de connaissances (\*) et les documents de guidance (o)

# SOMMAIRE

ETUDES	RELATIONS AVEC LE PROGRAMME							PAGE	
	*	o							
La compétitivité de l'entreprise	*	*						1	
Analyse fonctionnelle descendante du système	o		*					8	
Analyse séquentielle descendante du système					o*	o*	*	o	16
Représentation graphique				o					35
Etude du pressostat									40
Etude du montage série de l'électrovanne et de la pompe de vidange				o	o				46
Etude de l'électrovanne				o*					50
Etude du guidage du tambour					o*				55
Etude de la pompe de vidange				o					57
Gestion d'une laverie	o	o	o					o	60



1 La production de biens matériels et de services	11 Les processus de production	12 La compétitivité de l'entreprise sur un marché.	13 Les objectifs de l'automatisation.
2 Organisation générale d'un système.	3 La partie Opérative.	31 Les objets techniques de puissance.	32 Les objets techniques d'information.
		33 Les objets techniques de structure.	
4 La partie Commande	41 L'algorithme de commande.	42 Les outils de description.	43 Les objets techniques programmables de commande
5 Relations partie opérative - partie commande.	51 Transmission des ordres vers la partie opérative	52 Transmission des informations vers la partie commande	
6 Dialogue opérateur - partie commande.	61 La fonction dialogue	62 Constituants de dialogue	
7 Mise en oeuvre de systèmes automatisés	71 Implantation et validation d'un grafcet	72 Utilisation d'un système automatisé.	

Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option T.S.A. *Technologies & Formations*, 8, 22-27. (p. 22).

**11.23 Des illustrations de type bande dessinée pour rendre attrayant les documents (ici machine à laver le linge) remis aux élèves de TSA**



Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option T.S.A. *Technologies & Formations*, 8, 22-27. (p. 23).

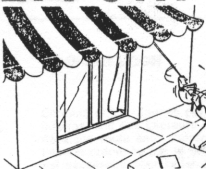


Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 145).

## 11.24 Exemple de dossier pédagogique en seconde TSA : dossiers « technique », « élève » et « professeur »

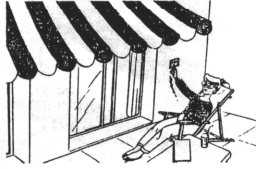

### 11.24.1 Dossier « technique » en seconde TSA

# EFFORT ?



**Dossier technique**

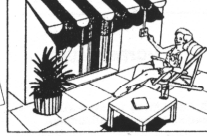
# CONFORT!

# METHODE SOMFY

#### LE CONFORT DU BOUT DES DOIGTS

Avec la méthode Somfy, il vous suffit d'appuyer sur un bouton pour que vos stores descendent ou se lèvent automatiquement... Plus de corvée de manivelle!




#### LE CONFORT PAR L'AUTOMATISME

Somfy va encore plus loin. Les conditions climatiques changent en votre absence ? Avec le capteur de vent et le capteur solaire, vos stores s'abaissent et se lèvent en fonction du vent et du soleil. Automatiquement. Vous rentrez tard ? Vous partez en vacances ? Avec l'horloge programmable, vos stores se ferment et s'ouvrent aux heures voulues. Toujours automatiquement. Ainsi, toutes les variations atmosphériques sont prises en compte quand vous n'êtes pas là... Votre confort est total!


#### UNE METHODE UNIVERSELLE

La méthode Somfy, une méthode simple, pratique, divisible, qui s'adapte aux installations neuves comme à celles en cours de rénovation. Somfy, société française, est aujourd'hui leader international avec 10 filiales dans le monde et a obtenu l'oscar 1986 à l'exportation.

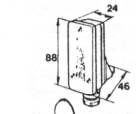
Votre installateur conseil :



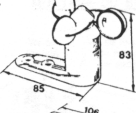
### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



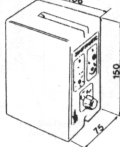
L'automatisme SOMFY-MATIC SM1C, est un système breveté qui se compose de trois éléments :



1) 1 **capteur solaire** qui mesure la luminosité.




2) 1 **capteur de vent** qui mesure sa vitesse. Les capteurs sont alimentés par le boîtier en basse tension.



3) 1 **boîtier électronique** muni d'un microprocesseur qui analyse les informations données par les deux capteurs et qui, en conséquence, donne un ordre de rotation aux opérateurs. (Versions 120 V - 60 Hz, 100 V - 50/60 Hz en option).

**Remarque :** Le SOMFY-MATIC SM1C est conçu spécialement pour automatiser 1 store ou 1 boîtier de commande groupée pour plusieurs stores.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



**En position automatique**

- **La fonction soleil :** Lorsque la cellule enregistre un degré de luminosité supérieure au seuil réglé, le boîtier donne un ordre de descente.
- **La fonction vent :** L'anémomètre détecte en permanence la vitesse du vent. Lorsque celle-ci dépasse le seuil réglé, le boîtier électronique donne un ordre de montée aux stores. Cet ordre est CONTINU. Il est IMPOSSIBLE de manœuvrer les stores manuellement, quelle que soit la position de l'inverseur sur la face avant du boîtier. (Automatique ou manuelle). La fonction vent est aussi prioritaire sur la fonction soleil. Cette priorité assure une sécurité contre la détérioration des stores par le vent.

**En position manuelle**

On peut commander manuellement le SOMFY-MATIC par le commutateur rotatif placé sur la face avant du boîtier.


**[En option]**

Il est possible de brancher un inverseur mural de commande auto-manuel sur le SOMFY-MATIC SM1C. On peut ainsi commander le store par cet inverseur mural au lieu de le commander à l'aide du commutateur rotatif du boîtier électronique. Cette commande est en basse tension (12 volts).

**IL EST ALORS IMPÉRATIF DE METTRE LE COMMUTEUR ROTATIF DU BOÎTIER ÉLECTRONIQUE EN POSITION AUTO POUR FAIRE FONCTIONNER L'INVERSEUR MURAL AUTOMANUEL CORRECTEMENT**

Cet inverseur réf. 129 200 - 129 201 se compose :

- d'un inverseur auto-manuel
- d'un inverseur montée/descente



On peut le monter en saillie avec 2 boîtiers 128 046 ou encastré avec 2 boîtiers 128 033.

Bouisset Roger, Sarrato Georges (1987). L'option TSA en seconde après les réunions nationales de Nîmes et de Rouen en mai 1987. *Technologies & Formations*, 13, 12-17. (p. 4 et 5).

## 11.24.2 Dossier « élève » en seconde TSA

NOM: .....

Classe: 2 TSA .....

### STORE AUTOMATIQUE

**OBJECTIF:**

26 - ELABORER un GRAFCET selon un point de vue "partie opérative".

**PREREQUIS:**

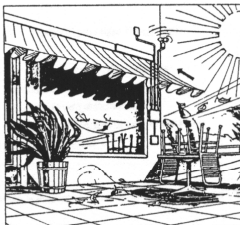
IDENTIFIER la partie opérative et la partie commande;  
 IDENTIFIER les capteurs et les actionneurs;  
 IDENTIFIER une séquence, une alternative, une répétition, un parallélisme;

**CONNAISSANCES NOUVELLES:**

Le graphe fonctionnel de commande étape / transition;  
 Règles d'évolution du GRAFCET;  
 Le GRAFCET du point de vue partie opérative.

**1 - Nécessité de la domotique:**

Une protection solaire permet de réduire de 23 à 27 % des échanges thermiques avec l'extérieur (éviter l'effet de serre).  
 Pour le conditionnement d'air, il est nécessaire de produire des frigorifiques or la production d'une unité de froid coûte 5 fois le prix d'une calorie.  
 On va donc se protéger des rayons solaires par l'équipement en stores des baies Sud et Ouest. Le manutention journalière des stores est fastidieuse. De plus en cas d'absence de l'opérateur, le store peut se déformer lors d'une rafale de vent. La commande automatique permet par l'information des capteurs de vent et du soleil une utilisation rationnelle et fiable du store.  
 Etant donné le peu de temps du fonctionnement de l'actionneur, le système de régulation automatique des stores aura une rentabilité énergétique excellente.




LE CONFORT PAR L'AUTOMATISME

**2 - Elaboration du GRAFCET du point de vue partie opérative:**


2 - 1 - Présentation de l'étude:

On se propose de décrire à l'aide d'un GRAFCET ( GRAPHE Fonctionnel de Commande Etape / Transition ) le fonctionnement du système.




2 - 2 - Notation:

- **Mode automatique Auto;**
- **Luminosité** lorsque la cellule enregistre un degré de luminosité supérieur au seuil réglé, l'information sera noté: L





1 capteur solaire qui mesure la luminosité.

- **Vent** l'anémomètre détecte en permanence la vitesse du vent. Lorsque celle-ci dépasse le seuil fixé l'information sera noté: V



1 capteur de vent qui mesure sa vitesse.  
 Les capteurs sont alimentés par le boîtier en basse tension.

En mode forcé, la commande de monté du store sera notée   
 En mode forcé, la commande de descente du store sera notée 

**Remarque: TEMPORISATION**  
 Certains ordres donnés par le boîtier électronique, en fonction des informations des capteurs, sont temporisés. Cette information est nécessaire pour éviter que les stores ne montent ou ne descendent trop souvent, à la suite de passages alternés et rapprochés de soleil, de nuages, de rafales de vent immédiatement suivies de périodes d'accalmies.  
 Cette temporisation n'est pas prise en compte dans cet objectif.  
 Elle sera l'objet d'une étude ultérieure.

2 - 3 - Mode forcé:

Après avoir simulé les différents modes de fonctionnement, élaborer le grafcet du point de vue de la partie opérative en mode forcé (indiqué "manuel" par le constructeur).

2 - 4 - Mode automatique lié à la luminosité:

- Décrire les conséquences fonctionnelles associées aux éventualités suivantes:
- Simulation de la luminosité du rayonnement solaire
- .....
- Simulation de l'absence de luminosité
- .....
- Simulation de l'arrêt de rayonnement solaire pendant la descente du store
- .....
- En déduire le diagramme fonctionnel du point de vue de la partie opérative( le vent n'est pas pris en compte )

Bouisset Roger, Sarrato Georges (1987). L'option TSA en seconde après les réunions nationales de Nîmes et de Rouen en mai 1987. *Technologies & Formations*, 13, 12-17. (p. 22 et 23).

## 11.24.3 Dossier « professeur » en seconde TSA

### STORE AUTOMATIQUE

**1 - Nécessité de la domotique:**

Une protection solaire permet de réduire de 23 à 27 % des échanges thermiques avec l'extérieur (éviter l'effet de serre).

Pour le conditionnement d'air, il est nécessaire de produire des frigorifères ou la production d'une unité de froid coûte 5 fois le prix d'une calorie.

On va donc se protéger des rayons solaires par l'équipement en stores des bates Sud et Ouest. La manipulation journalière des stores est fastidieuse. De plus en cas d'absence de l'opérateur, le store peut se détériorer lors d'une rafale de vent. La commande automatique permet par l'information des capteurs de vent et du soleil une utilisation rationnelle et fiable du store.

Etant donné le peu de temps du fonctionnement de l'actionneur, le système de régulation automatique des stores aura une rentabilité énergétique excellente.

**2 - Environnement du système:**

**2 - 1 - Environnement social et humain:**

- Besoin de confort (protection du soleil);
- Le fonctionnement ne nécessite aucune compétence;
- Entretien très limité;
- Protection électrique et mécanique;
- Motorisation discrète;
- Intégrabilité architecturale;
- Ensemble fiable.

**2 - 2 - Environnement économique:**

- Pays industrialisés;
- Concurrence importante.

**2 - 3 - Environnement météorologique:**

- Alternance de rayonnement solaire et de nuages;
- Présence du vent.

**2 - 4 - Environnement technologique:**

- Existence d'un réseau de distribution d'électricité.

**EXEMPLE** Store automatique (Somfymatic)

**3 - Présentation du système:**

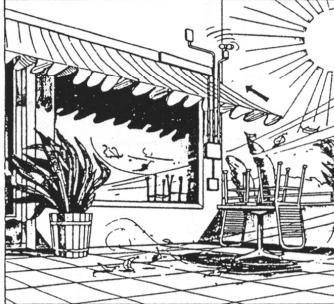
Le système somfymatic permet de manoeuvrer automatiquement un store de protection solaire en tenant compte de l'intensité du vent et de la luminosité.

Si la lumière solaire dépasse un certain seuil d'intensité le store descend. Si l'intensité lumineuse diminue en dessous d'un autre seuil pendant une période réglable (afin d'éviter un va et vient incessant au passage de nuages clairsemés), le store remonte.

L'installation est protégée contre le vent grâce à une mesure de son intensité qui induit une remontée du store, dont la prise en compte est aussi retardée légèrement pour ne pas réagir aux très courtes rafales.

Une commande manuelle permet une intervention de l'utilisateur, mais la prise en compte du vent est prioritaire sur la commande manuelle, ainsi que sur la prise en compte de la luminosité.

Les fins de courses haute et basse sont réglables par boutons solitaires accessibles sur le tambour.



**Dossier professeur**

**4 - Analyse fonctionnelle descendante du système:**

**4 - 1 - FRONTIERE DU SYSTEME**

La frontière inclut les capteurs de vent et de lumière, le tambour et la toile, le boîtier de commande électronique et le bouton de commande manuelle.

Le point de vue retenu pour l'élaboration du modèle est celui du technicien d'installation.

**4 - 2 - PREPARATION DU TRACE DES ACTIVERAMES**

**Inventaire des données** (entrées, sorties, contraintes de pilotage ou contrôles)

- Données externes (qui entrent et sortent de la frontière)
  - Energie électrique (et sa présence),
  - Commandes extérieures (manuelle ou télécommande),
  - Intensité du vent,
  - Intensité de la lumière,
  - Réglage des butées,
  - Choix des temporisations,
  - Choix des seuils (lumière et vent),
  - Choix des modes de marche (manu/auto),
  - Programmes,
  - Position initiale du rideau,
  - Position finale du rideau,
  - Information opérateur (voyants d'état).
- Données internes probables (intérieures à la frontière)
  - Informations délivrées par les capteurs,
  - Ordres de fonctionnement (générés par le "boîtier"),
  - Informations de position (position des mobiles),
  - Energie mécanique,
  - Informations d'état du système (pour affichage).

Ces données internes sont les plus évidentes pour celui qui analyse le système existant, elles seront complétées par la suite en fonction de l'état d'avancement de l'analyse et du degré de décomposition atteint.

**Inventaire des fonctions probables** (aux niveaux A=0, A0 et immédiatement en dessous)

Acquérir les données,

Gérer le fonctionnement:

- Adapter les informations,
- Traiter les informations,
- Afficher l'état,

Déplacer le rideau :

- Distribuer l'énergie électrique,
- Transformer l'énergie (en énergie mécanique),
- Adapter le couple,
- Déplacer la toile.

**4 - 3 - TABLEAU D'INVENTAIRE DES DONNEES**

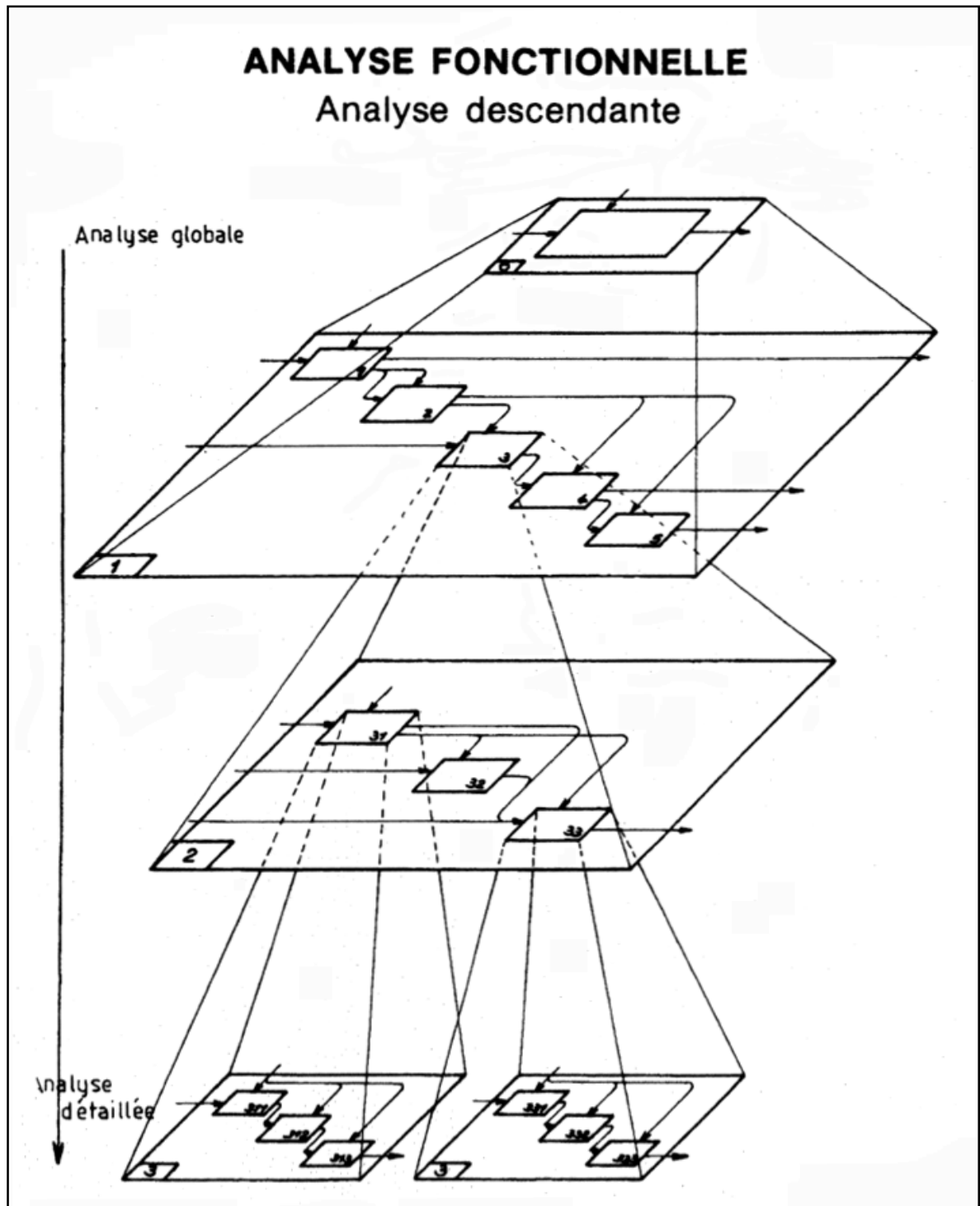
ACTIVITES	Gérer les informations			Déplacer le rideau					
	Acquérir les données	Adapter infors.	Traiter infors.	Afficher	Distrib. énergie	Transf. énergie	Adapter couple	Déplacer toile	Transf. accouplement
Energie Elec.					< E >				
Présence En El.	C	C	C	C					
Côtes ext.	E (C/A=0)								
Intensité vent	E (C/A=0)								
Intensité lua	E (C/A=0)								
Réglage butées									C
Config.		C							
Mode de marche		C							
Programmes			C						
Position int.		-						< E >	
Position fin.								> S <	
Info. opérat.									> S <
Info capteurs	S	---	E						
Energie modulée					S	E			
Ordres fonctt			S	-----	---	C			
Energie méca.					S	E			
Mvt réglable							S	E	E
Info état capt.		S	E						
Info état syst.			S	E					
Info pos/butées	E	---	---	---	---	---	---	---	S

Pas de donnée de contrôle évidente on prendra, soit la présence de la donnée d'entrée, soit des données de configuration s'il en existe.

Bouisset Roger, Sarrato Georges (1987). L'option TSA en seconde après les réunions nationales de Nîmes et de Rouen en mai 1987. *Technologies & Formations*, 13, 12-17. (p. 32 et 33).

## 11.25 Analyse fonctionnelle descendante de type SADT, ou structure relationnelle hiérarchisée

### 11.25.1 Modèle général d'une analyse descendante de type SADT



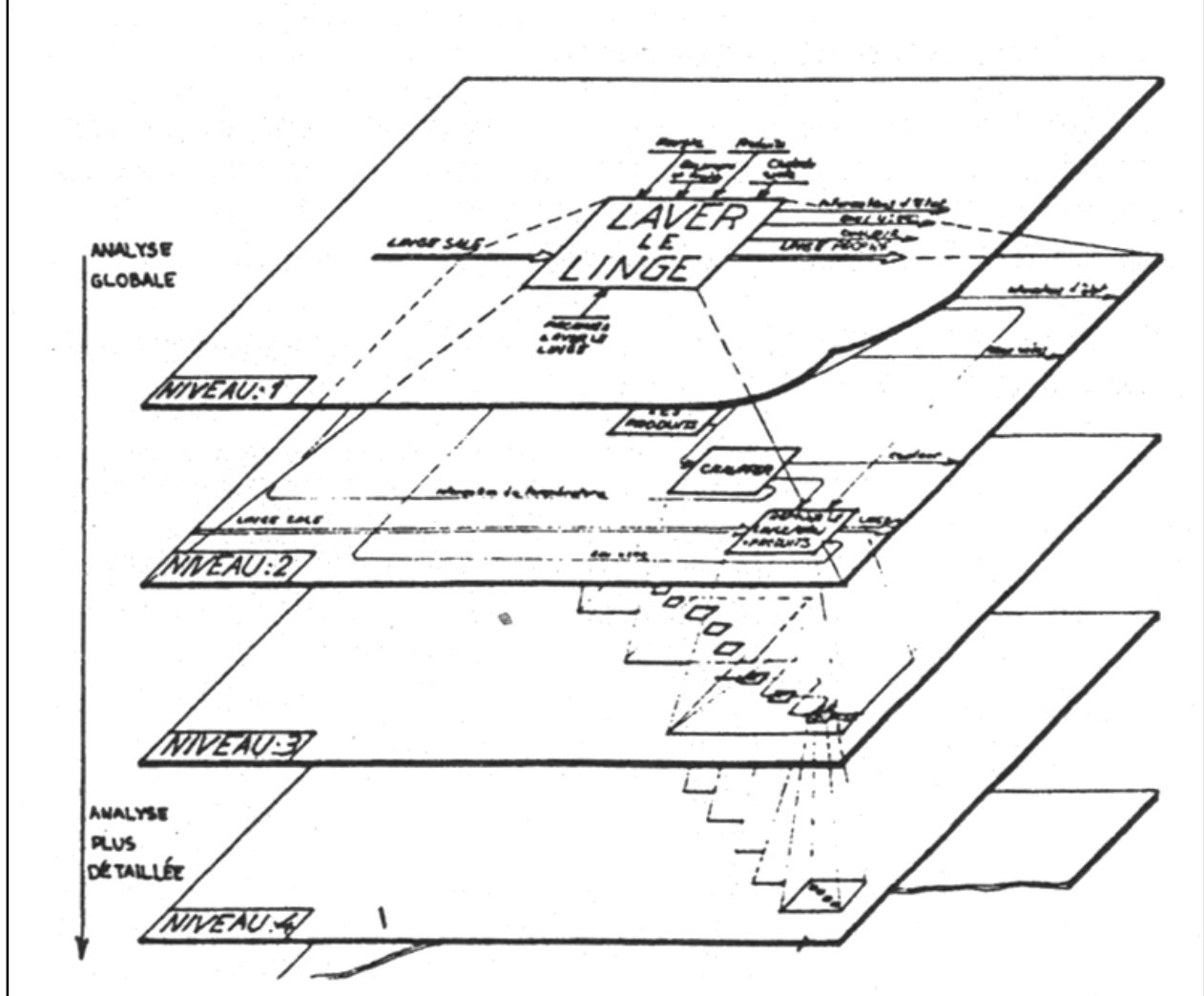
Granjean André (1987). Analyse fonctionnelle. *Technologies & formations*, 13, 28-33. (p. 31).



## 11.25.2 Analyse fonctionnelle descendante de type SADT appliquée à l'étude d'une machine à laver le linge

### 2.1. Qu'est-ce qu'une analyse descendante ?

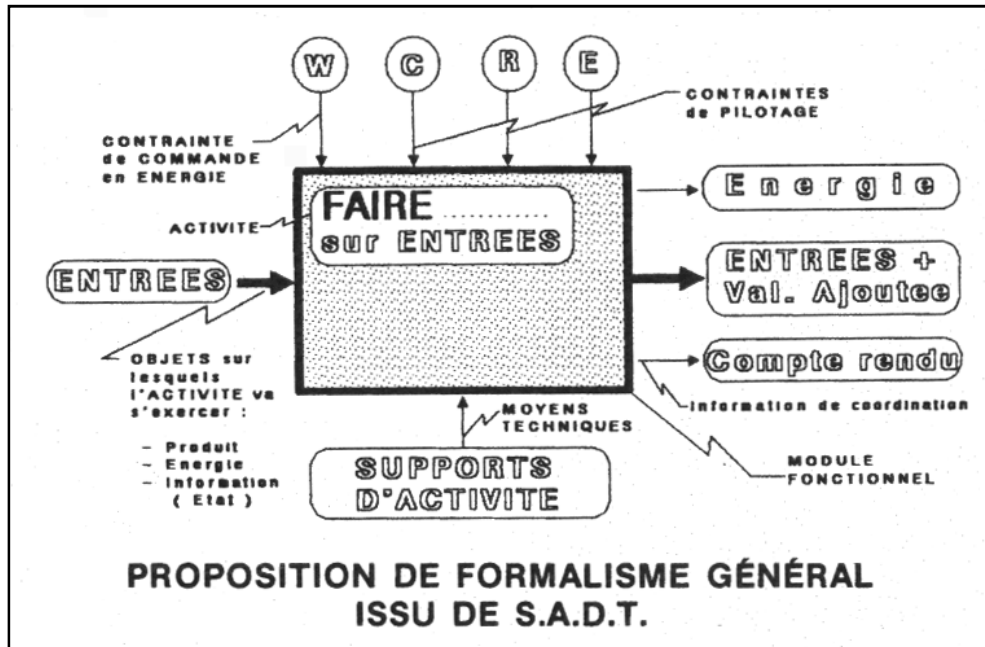
Nous n'avons fait jusqu'à présent qu'une approche très globale du système. C'est notre **premier niveau d'analyse**. Pour détailler l'activité : LAVER LE LINGE, nous allons pratiquer une ANALYSE DESCENDANTE dont chaque niveau apportera quantité d'informations et précisions complémentaires sur les « modules » qui composent le système sur leurs interactions et leur intégration dans la structure.



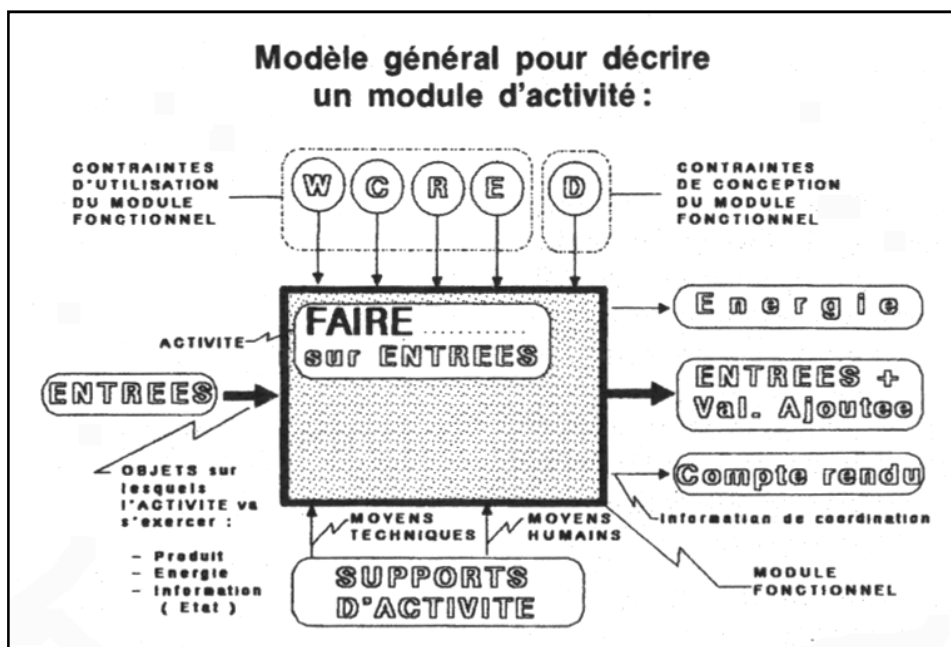
Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option T.S.A. *Technologies & Formations*, 8, 22-27. (p. 24).

## 11.26 Formalisme général ou modèle général d'un module d'activité SADT

### 11.26.1 Formalisme général d'un module d'activité SADT



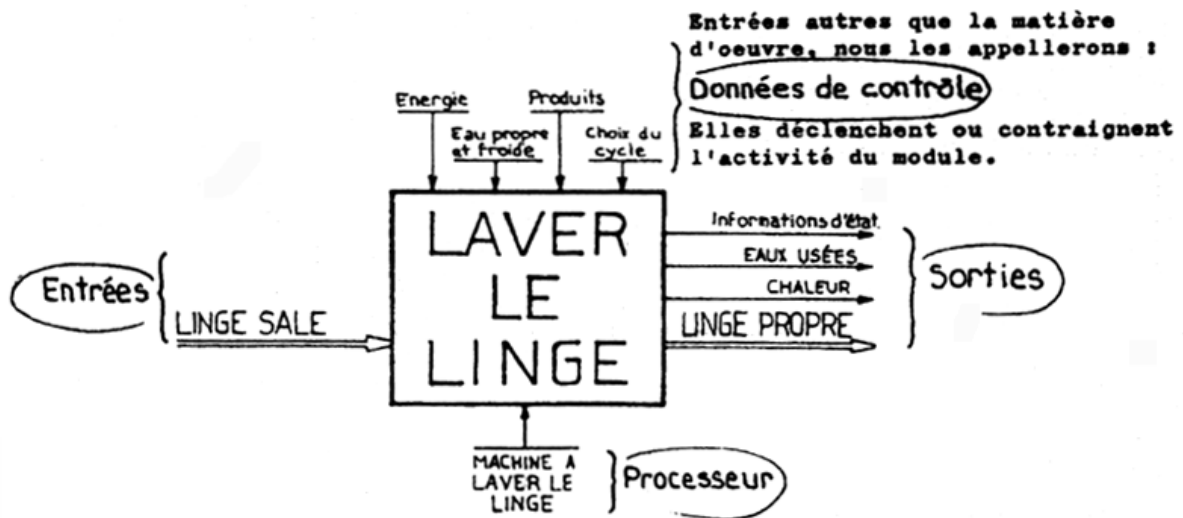
### 11.26.2 Modèle général d'un module d'activité SADT



Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! 2<sup>e</sup> partie. *Technologies & Formations*, 20, 13-19. (p. 13 et 15).

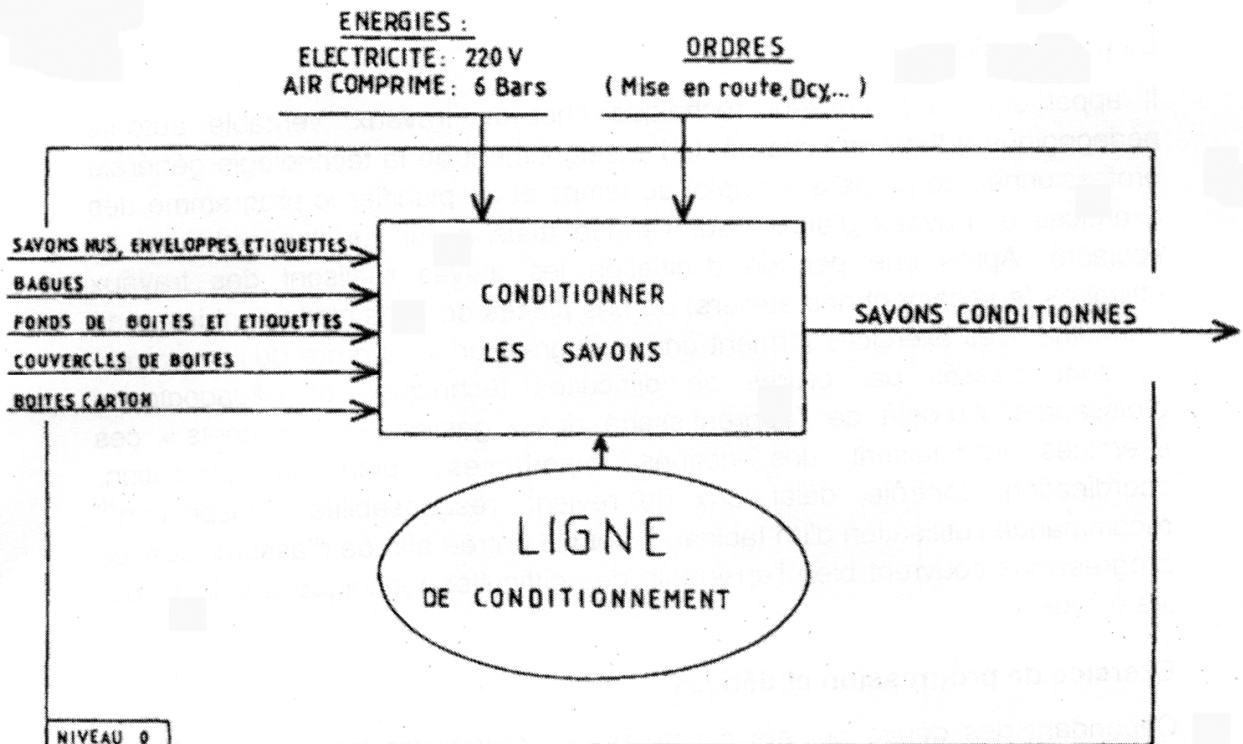
## 11.27 Représentation d'un système par un module SADT unique

### 11.27.1 Machine à laver le linge



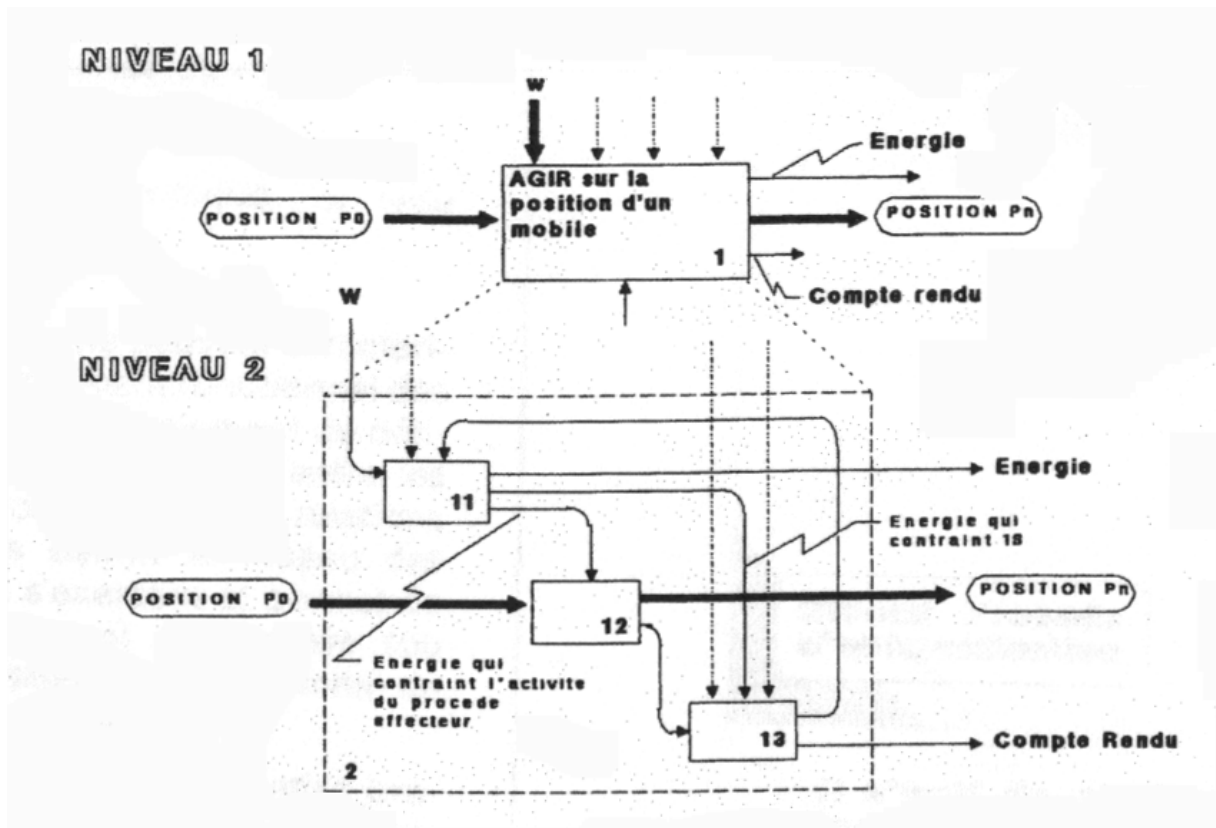
Lycée Champollion de Figeac – équipe de professeurs (1986). Un exemple de mise en œuvre pédagogique de l'option T.S.A. *Technologies & Formations*, 8, 22-27. (p. 23).

### 11.27.2 Ligne de conditionnement de savons



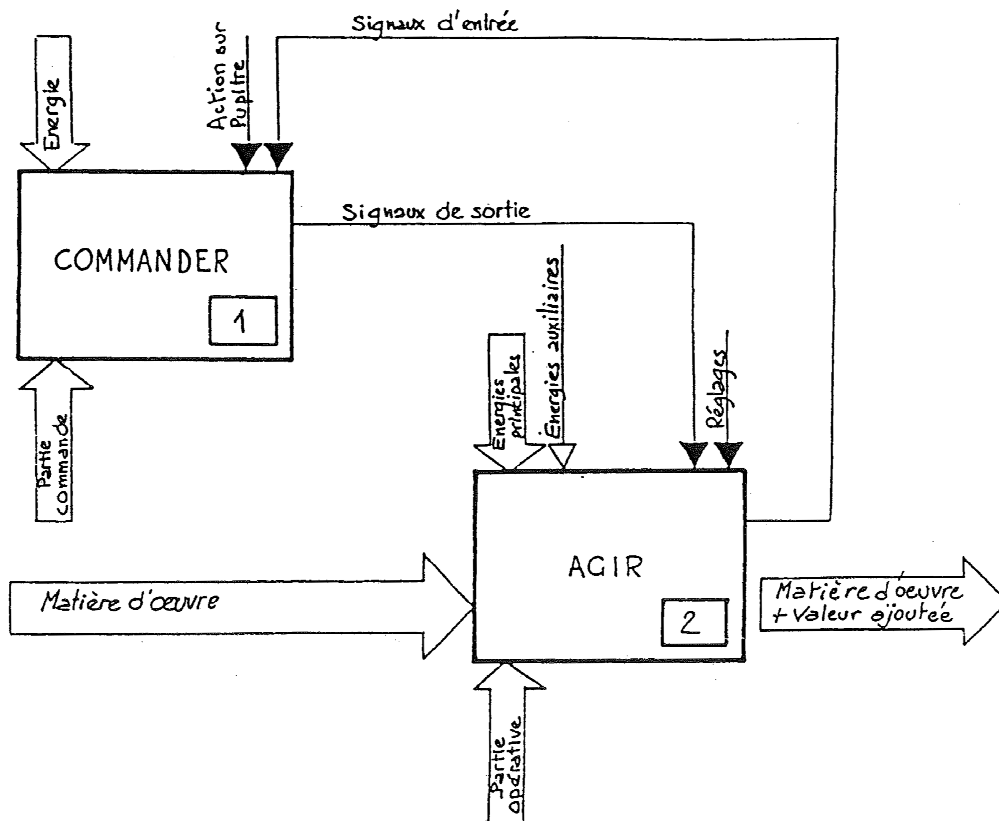
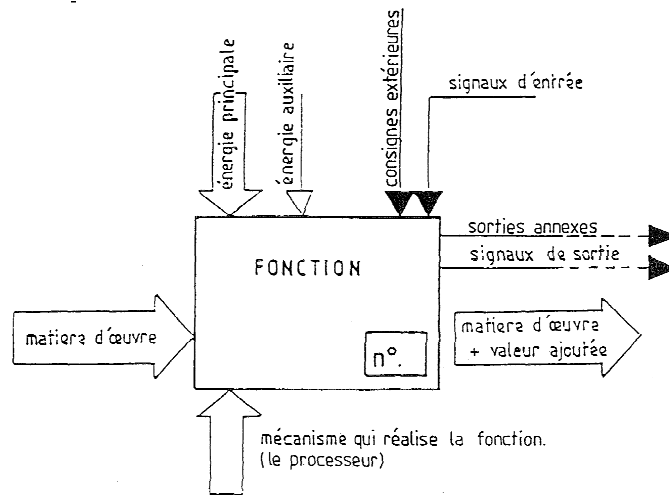
Rousseau Jacques (1987). T.S.A. en classe de seconde au lycée de Dieppe. Pour enseigner la technologie des systèmes automatisés en classe de seconde ... Un dossier technique issu d'une entreprise. *Technologies & Formations*, 12, 18-21. (p. 21).

## 11.28 Exemple de décomposition selon SADT



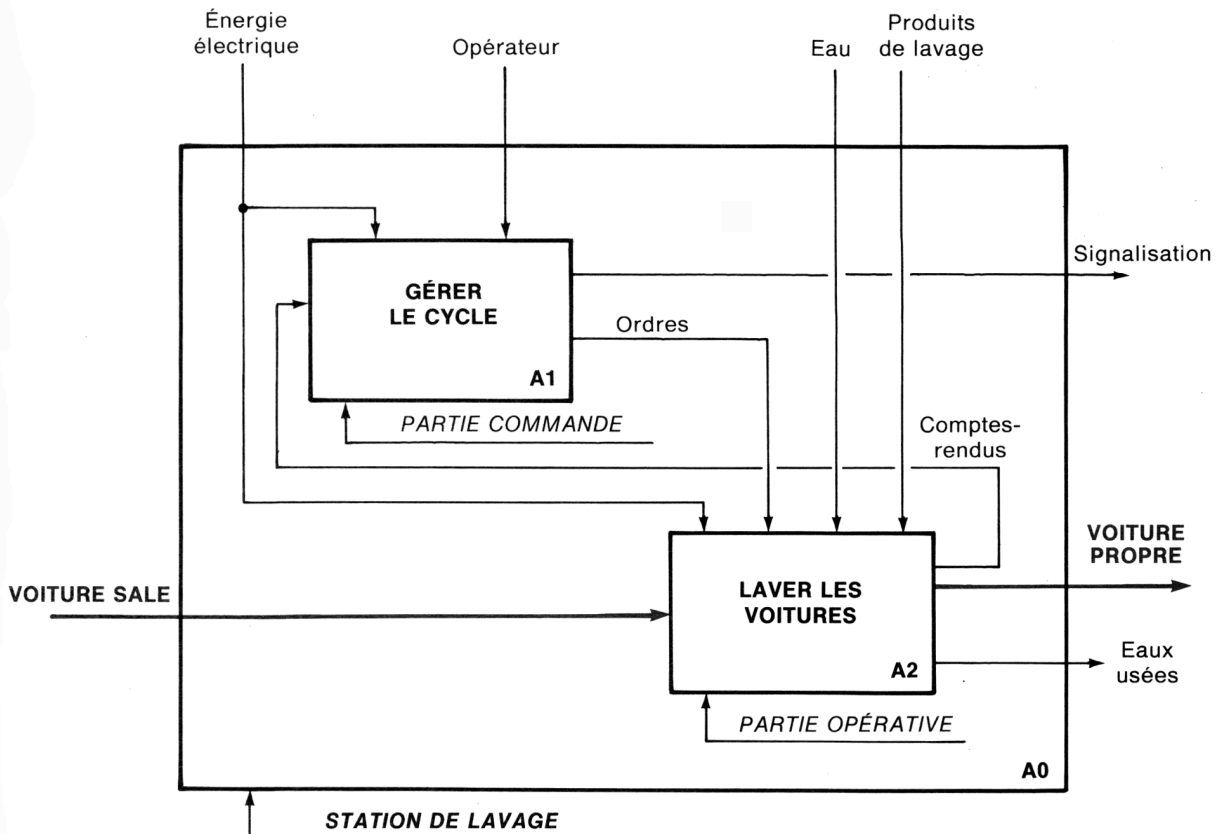
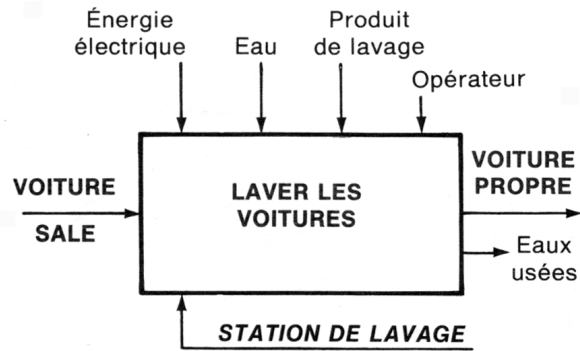
Chassaing Jean-Paul (1988). Étude de systèmes : des concepts autour du réel ! 2<sup>e</sup> partie. *Technologies & Formations*, 20, 13-19. (p. 14).

## 11.29 Structure d'un système automatisé selon la norme GRAFCET (parties commande et opérative) à l'aide de SADT



Lionnet, M. (1987). Méthode SADT. *Bulletin de l'APTEP*, 34/35, 28-33. (p. 32 et 33).

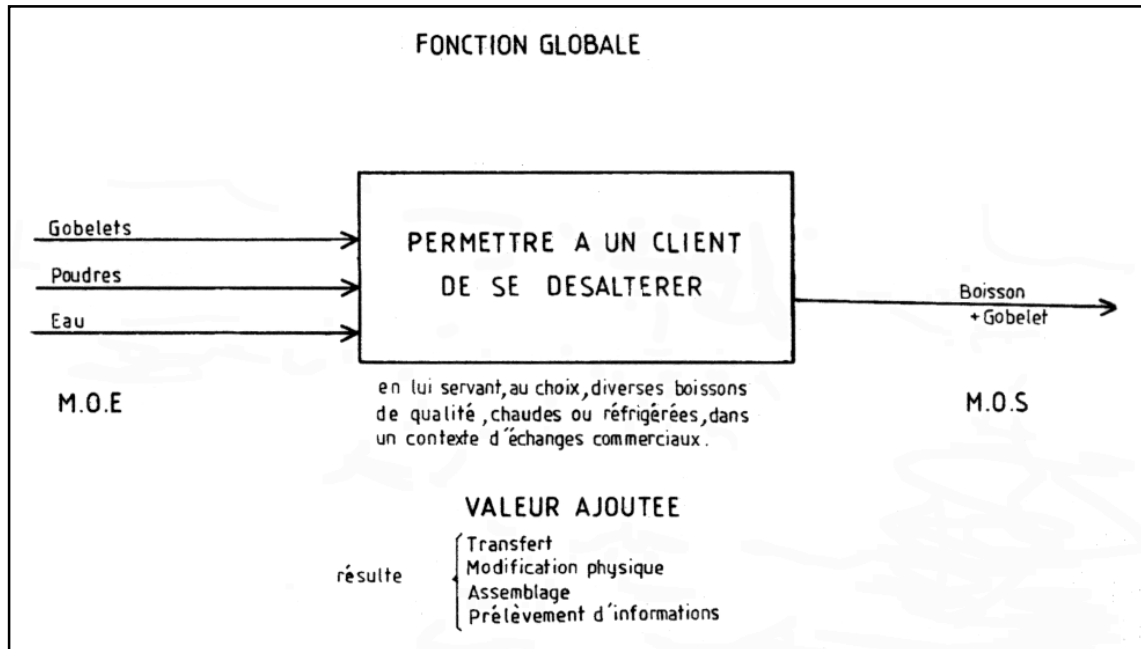
**11.30 Structure d'un système automatisé selon la référence au GRAFCET à l'aide de SADT (application de l'exemple précédent – cf. annexe 11-29 - ou invention ?)**



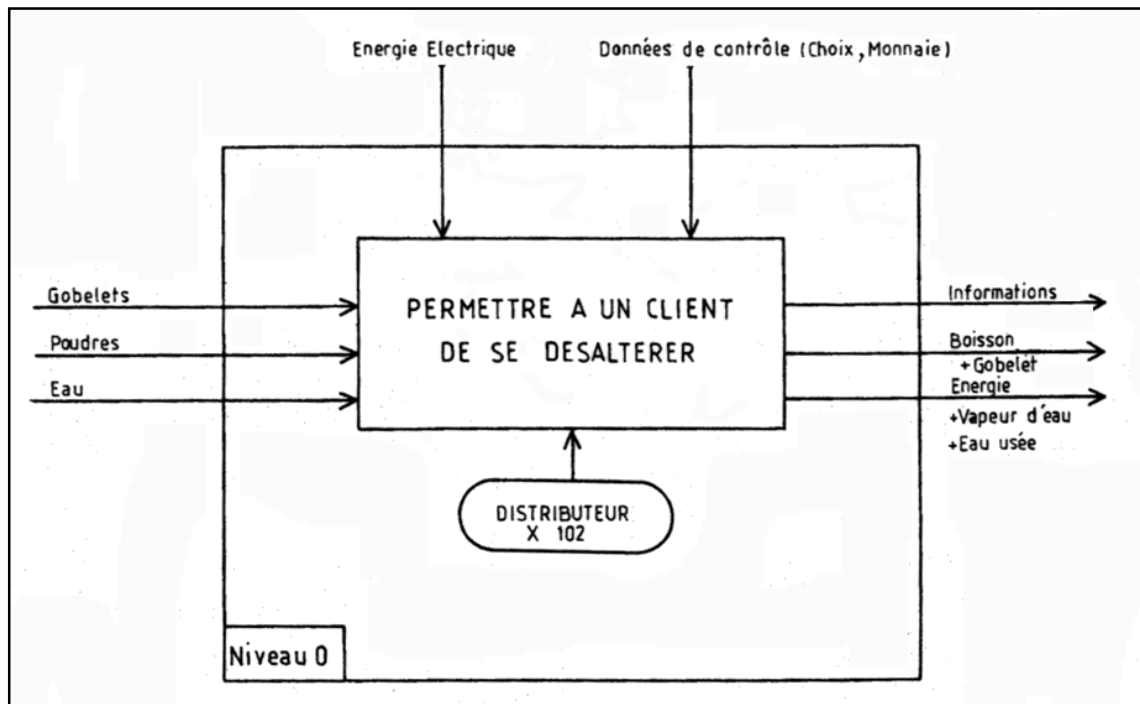
Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave. (p. 44).

## 11.31 Similitude entre fonction globale et module A-0 SADT

### 11.31.1 Fonction globale d'un distributeur de boissons



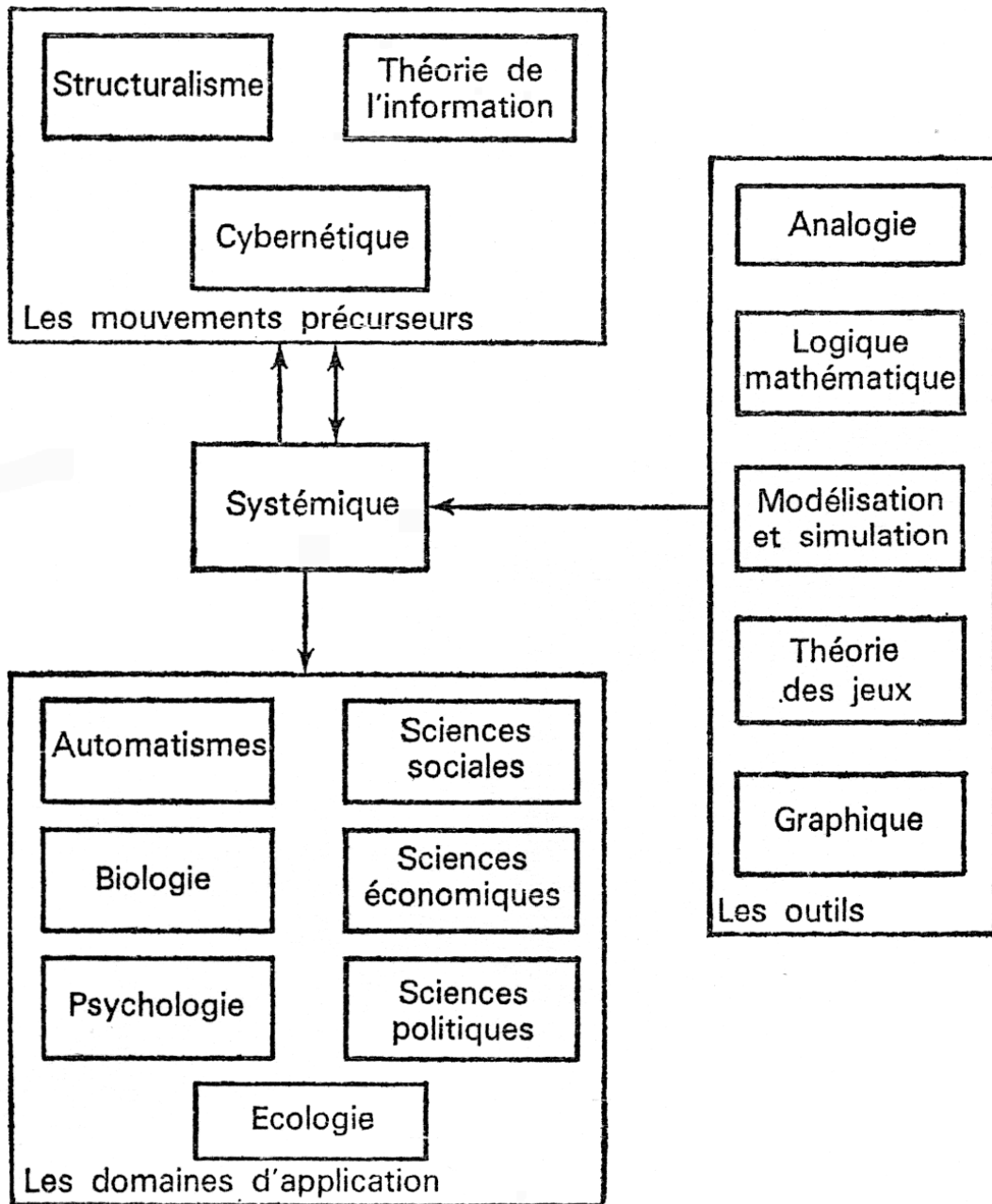
### 6.7.1 Module A-0 d'un distributeur de boissons



Grandjean André (1987). Analyse fonctionnelle. *Technologies & Formations*, 13, 28-33. (p. 29 et 31).

## 11.32 L'analyse systémique source d'inspiration de l'enseignement de l'électronique

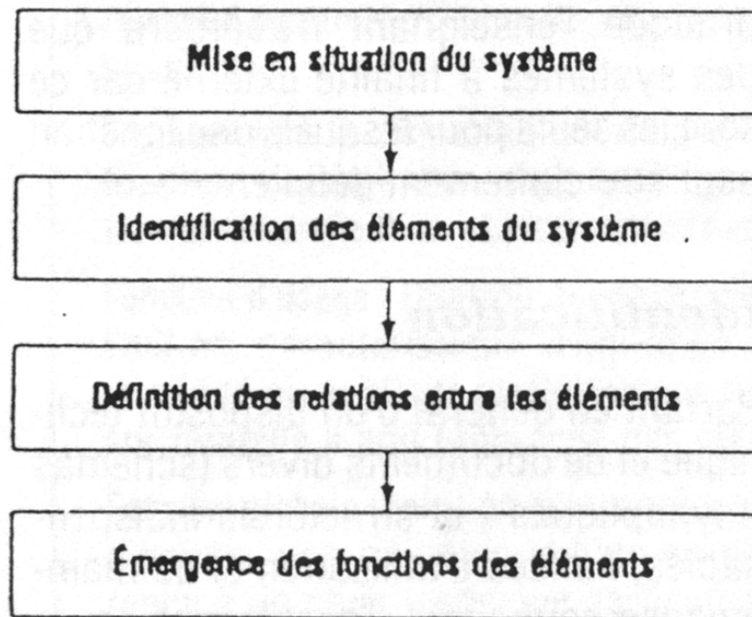
*Le carrefour systémique :  
mouvements précurseurs, domaines d'application et outils*



Durand Daniel (1979). *La systémique*. Paris : PUF.



### 11.33 Schéma d'étude d'un système dont fait partie un objet technique selon la méthode d'analyse systémique en électronique



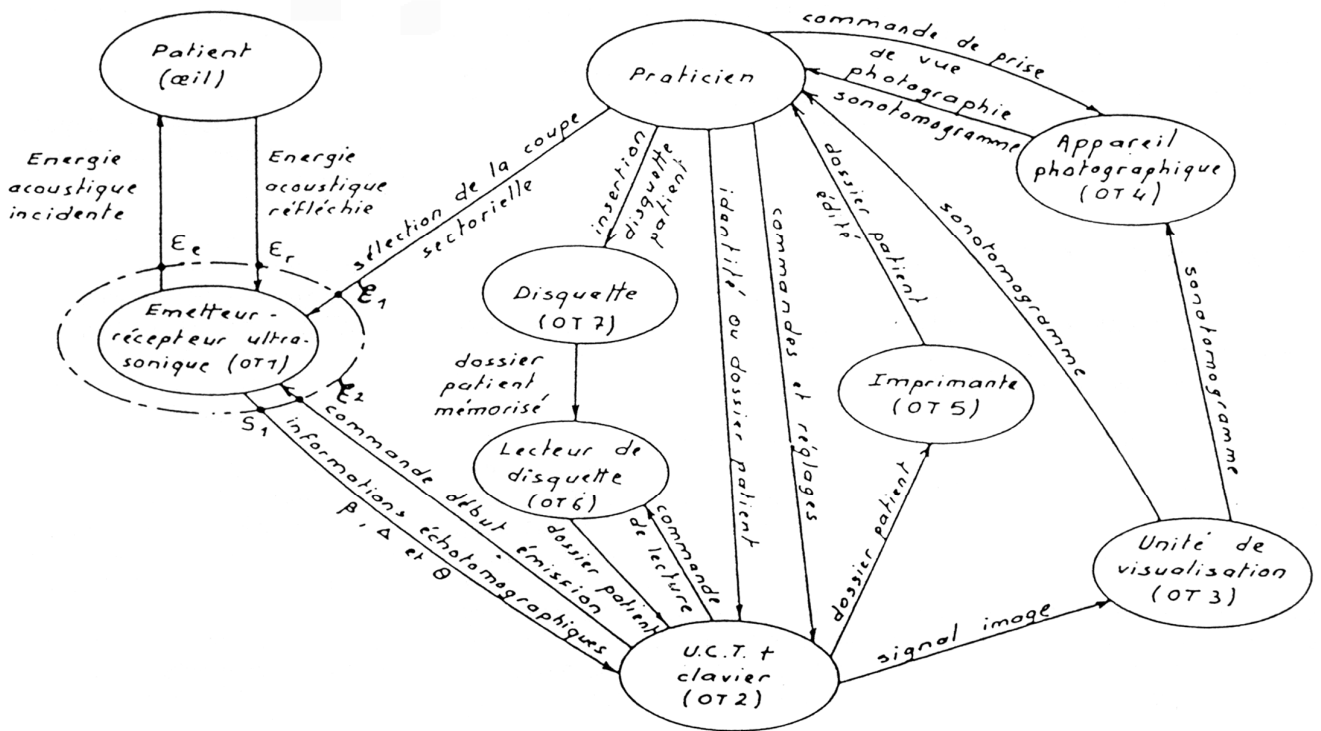
ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique - Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36. (p. 30).

### 11.34 Différentes classes de systèmes

<b>Systemes</b>	<b>Naturels</b>	<b>Artificiels</b>
matériels	physiques	techniques
vivants	biologiques	sociaux

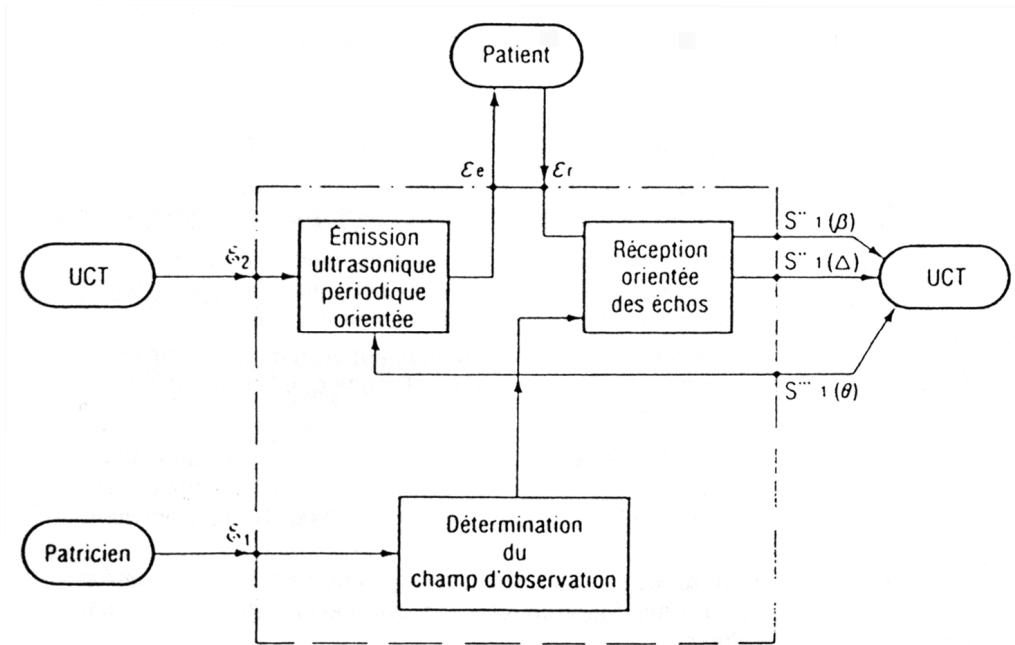
ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique - Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36. (p. 29).

### 11.35 Exemple de diagramme sagittal utilisé en électronique



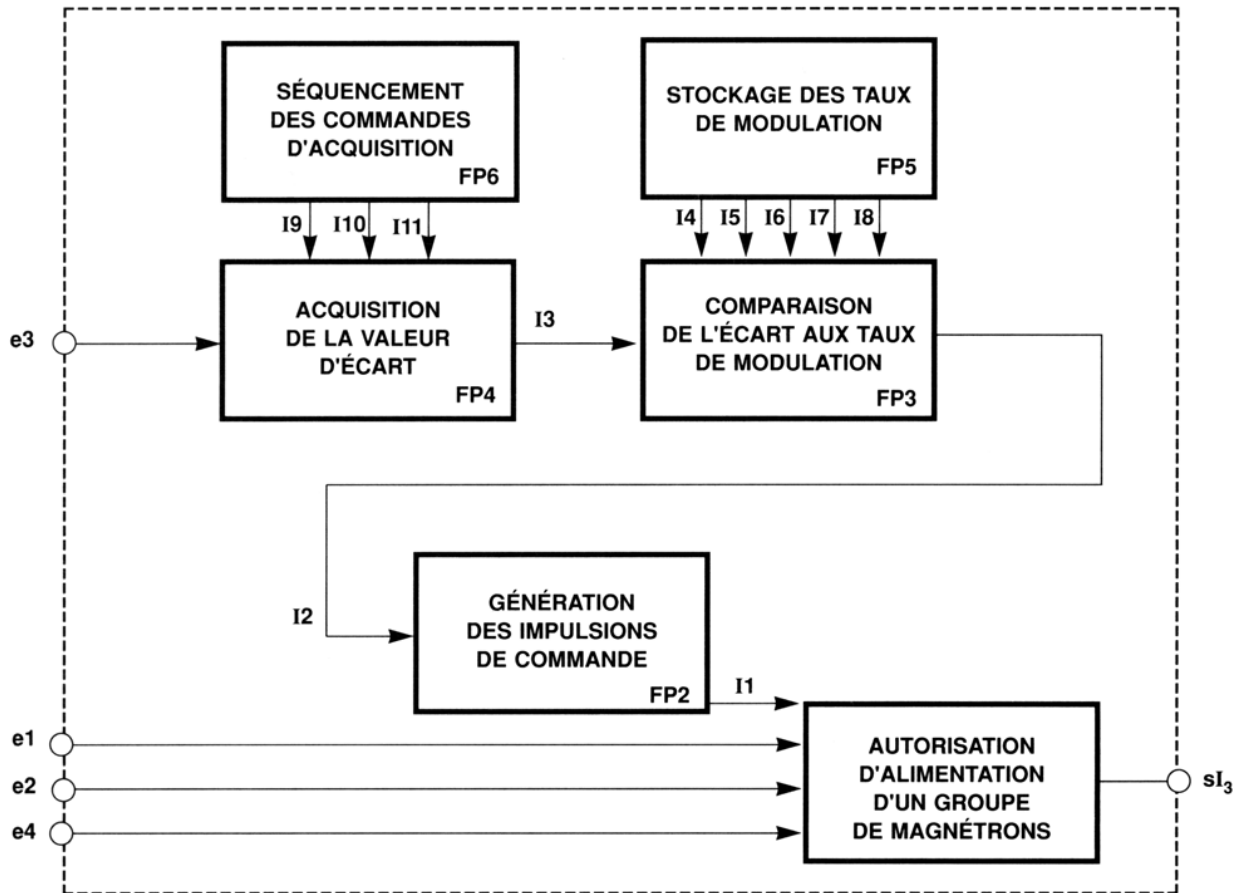
### 11.36 Exemple de schéma fonctionnel de niveau II utilisé en électronique

Réalisé à partir du diagramme sagittal *supra*

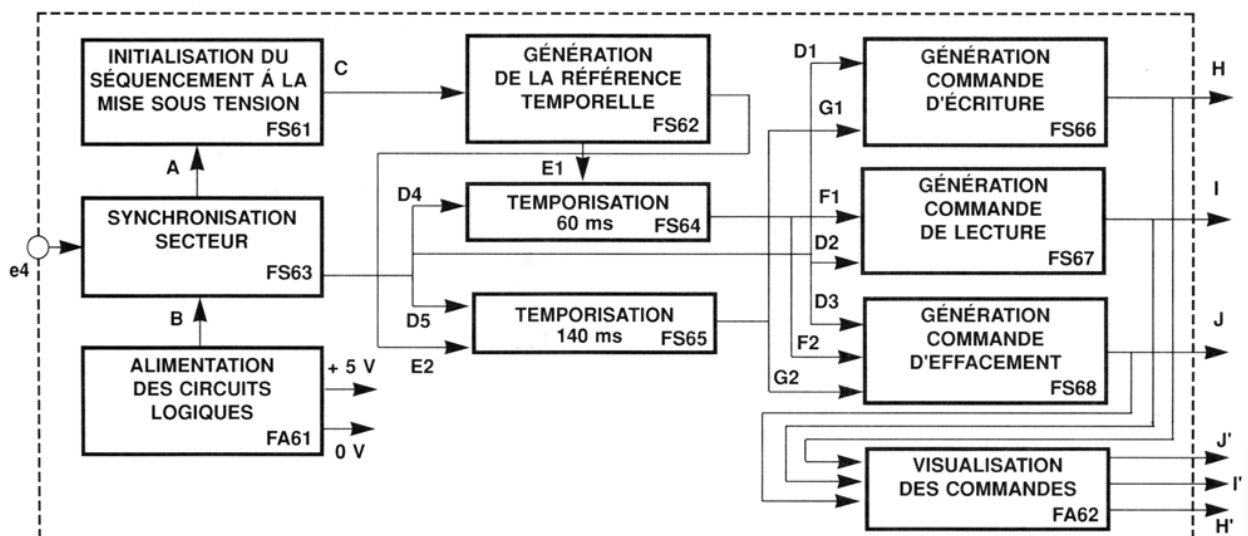


ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36. (p. 34 et 35).

### 11.37 Exemple de représentation de l'architecture interne d'un objet à l'aide de fonctions principales



### 11.38 Exemple de décomposition d'une fonction principale en fonctions secondaires



Alain Rideau, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Delagrave. (p. 59 et 60).

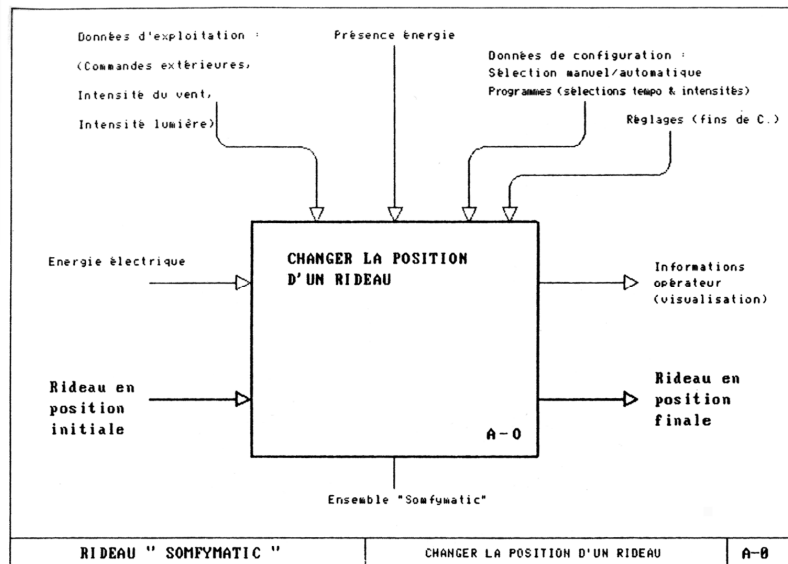
### 11.39 Résumé des quatre niveaux d'analyse fonctionnelle d'un objet technique selon la méthode d'analyse systémique

Niveau d'analyse fonctionnelle	Prise en compte de solutions techniques et/ou technologiques	Niveau de description fonctionnelle	Objets concerné(s)
Niveau I	Non	Fonction globale (FG)	Famille d'objets techniques possédant la même fonction globale mais des fonctions d'usage différentes.
Niveau II	Non	Fonction d'usage (FU)	Objet technique particulier en relation avec ses milieux associés.
1 <sup>er</sup> degré	Oui	Agencement des fonctions principales (FP)	Objet technique particulier (architecture interne caractéristique).
2 <sup>e</sup> degré	Oui	Agencement des fonctions : - principales (FP) - secondaires (FS) - annexes (FA)	Objet technique particulier (architecture interne caractéristique détaillée prenant en compte les solutions structurelles).

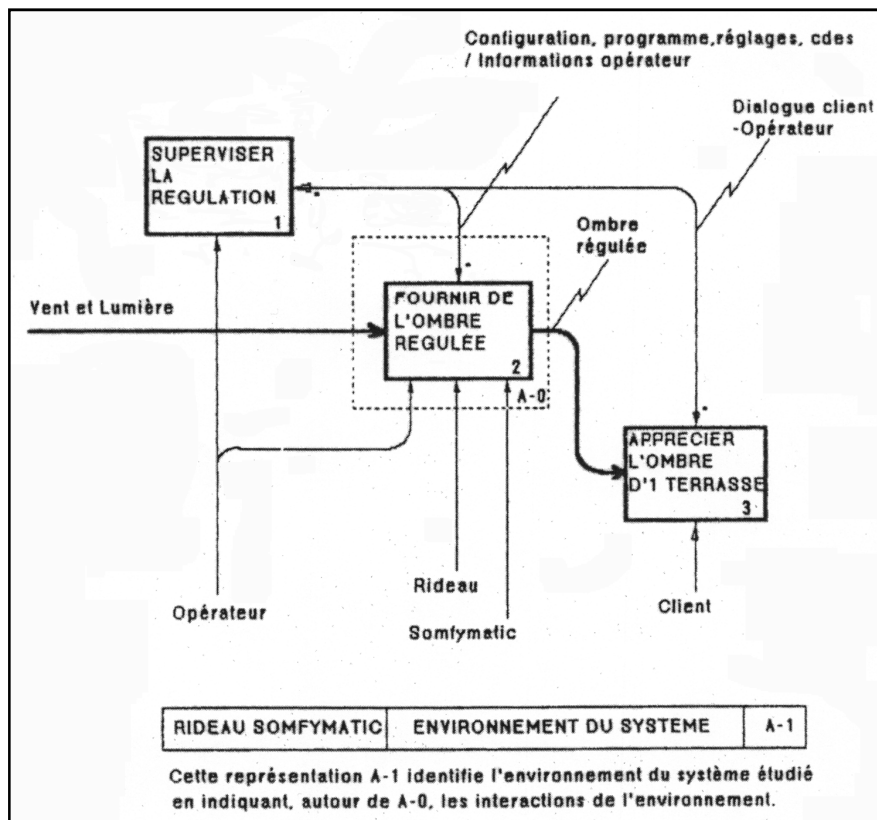
ENNA Paris-Nord (1987). Méthode de l'enseignement de l'électronique - Département d'électronique de l'ENNA et du lycée professionnel d'application Paris-Nord. *Technologie sciences et techniques industrielles*, 6, 29-36. (p. 33).

## 11.40 Deux représentations pour un même système, l'illustration de la complexité de la représentation graphique sous forme hiérarchisée (exemple d'un store automatique)

### 11.40.1 Confusion sur matière d'œuvre due à une mauvaise appréciation de la finalité du système et proposition correcte

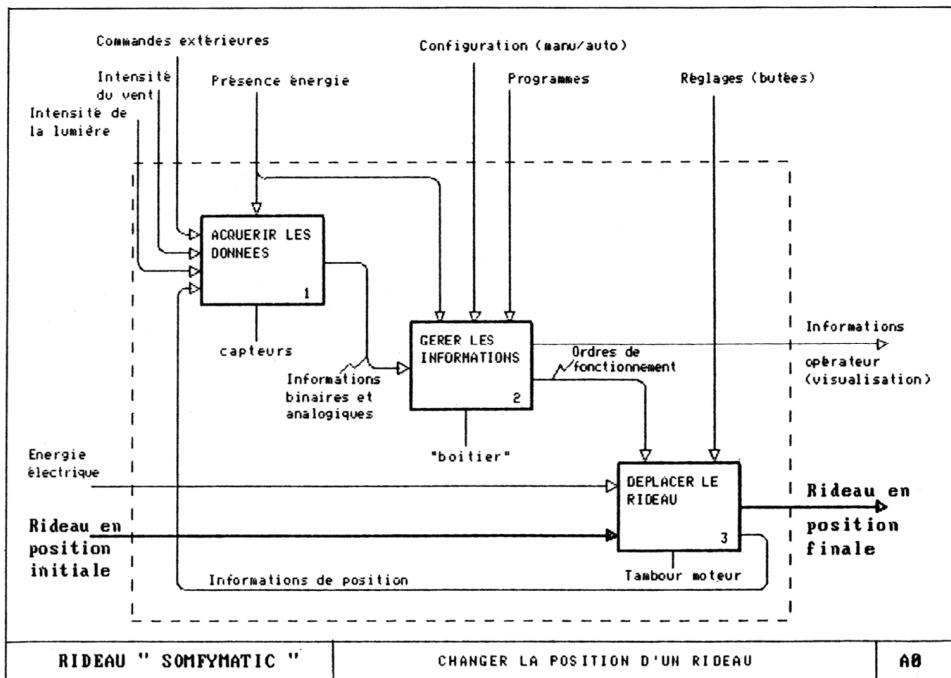


Boucault R., Cauvin P., Minetti F. (1988). Store automatique. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 16, 3-39. (p. 34).

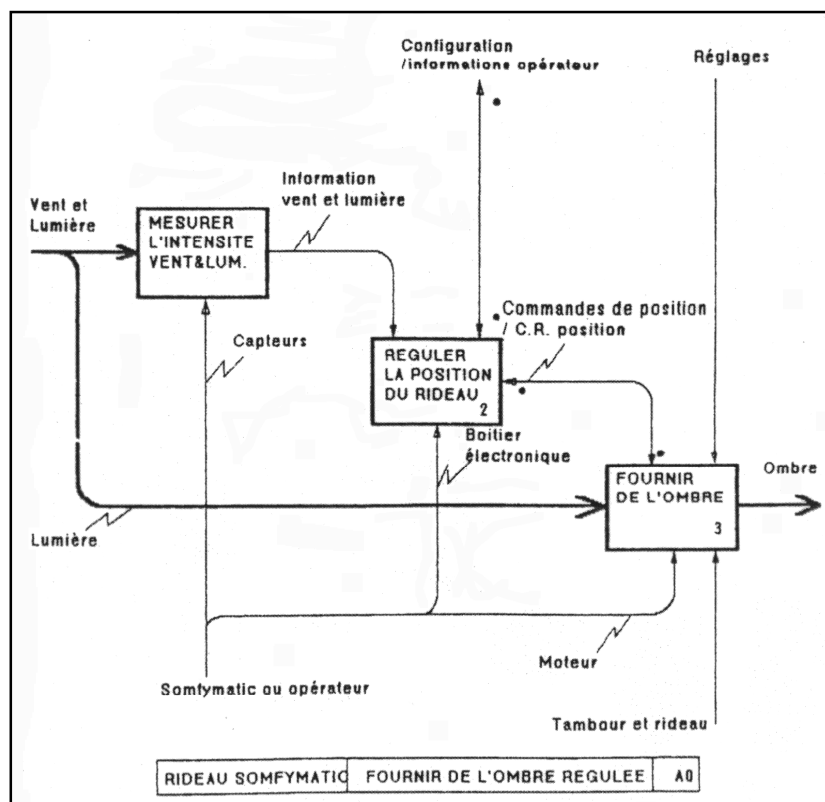


Jaulent Patrick (1988). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27. (p. 27).

### 11.40.2 Différence d'appréciation entre entrées de la fonction et données de contrôle, ainsi que sur le formalisme graphique

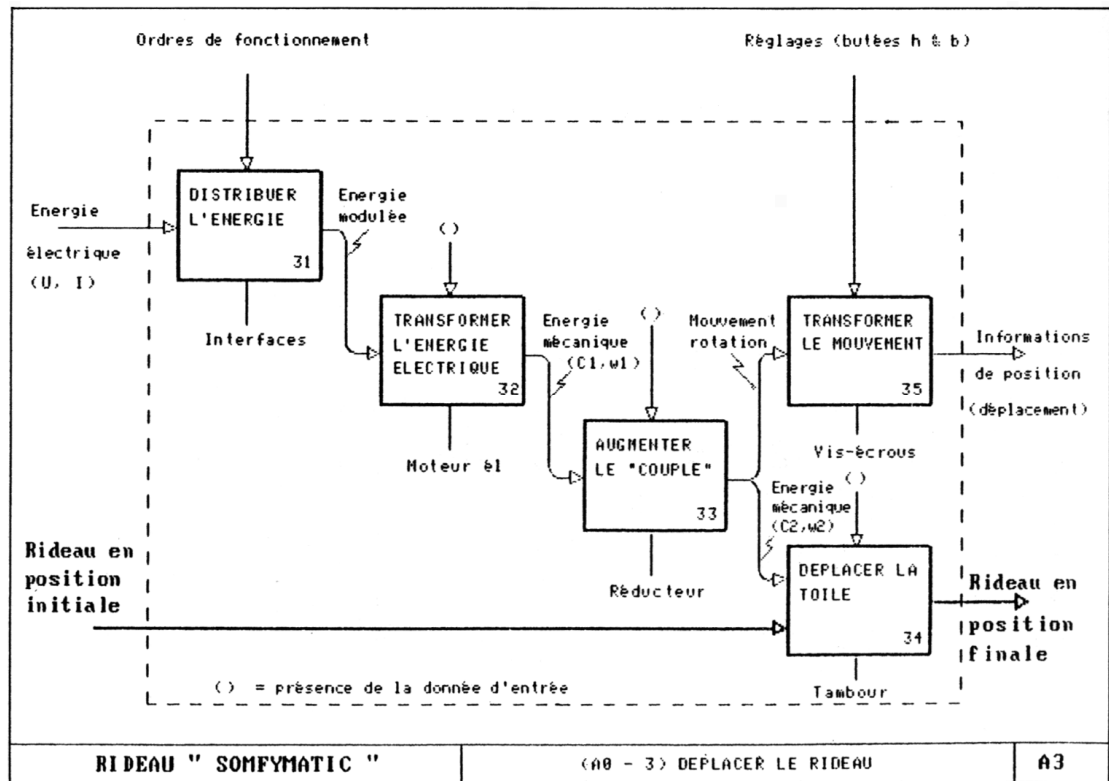


Boucault R., Cauvin P., Minetti F. (1988). Store automatique. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 16, 3-39. (p. 34).

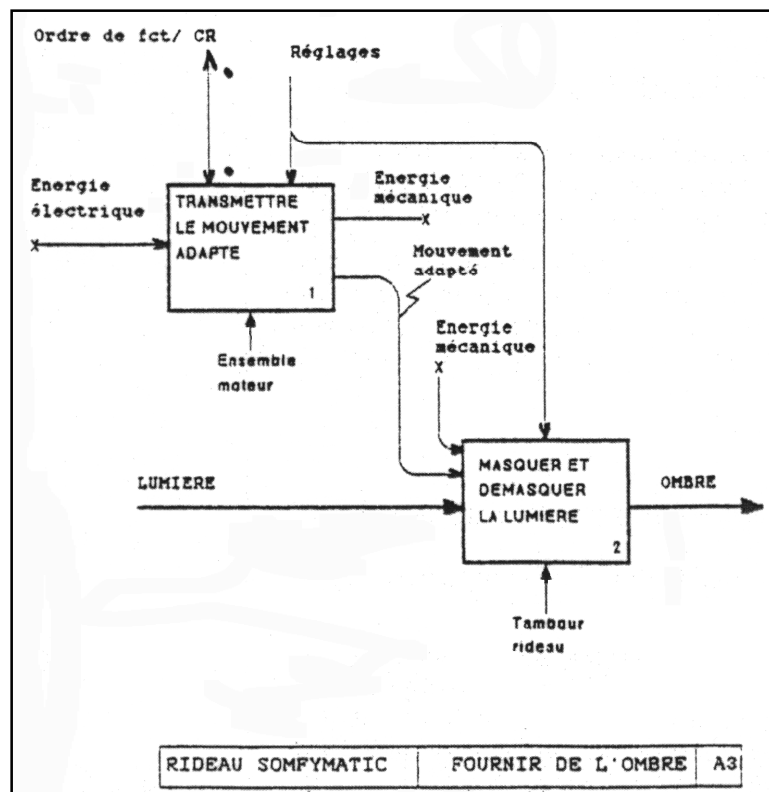


Jaulent Patrick (1988). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27. (p. 27).

## 6.7.2 Confusion entre structure mécanique et fonction du mécanisme



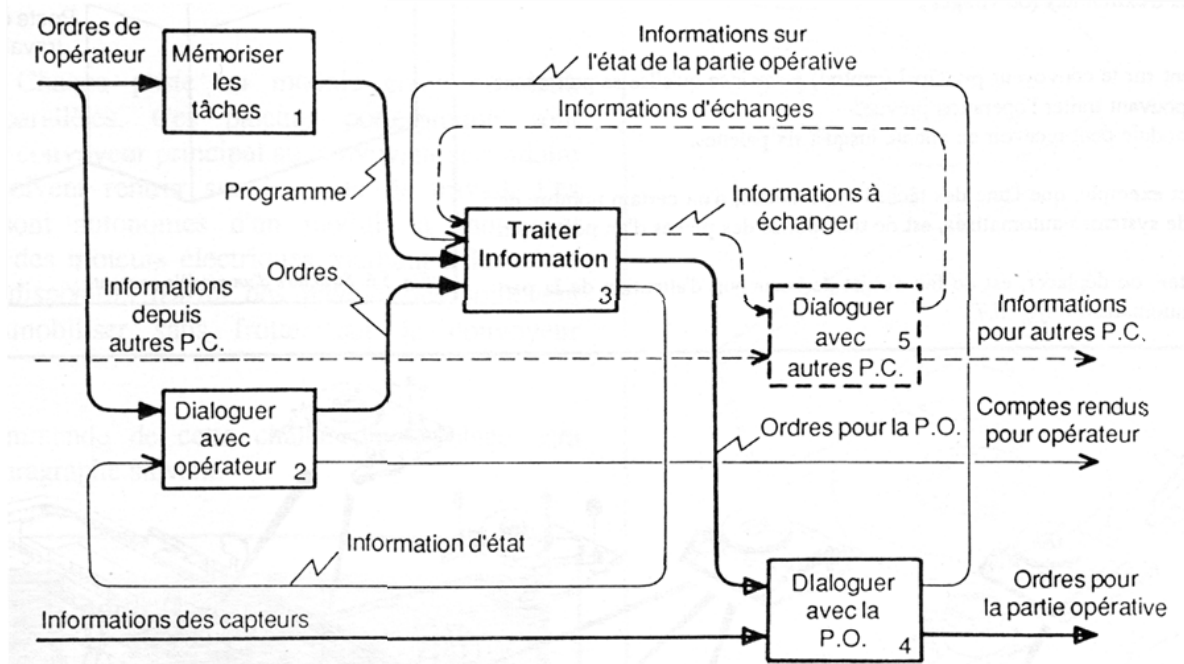
Boucault R., Cauvin P., Minetti F. (1988). Store automatique. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 16, 3-39. (p. 35).



Jaulent Patrick (1988). Utilisation du formalisme SADT – Complément à un cycle auteur-lecteur. *Technologies & Formations*, 18, 26-27. (p. 27).

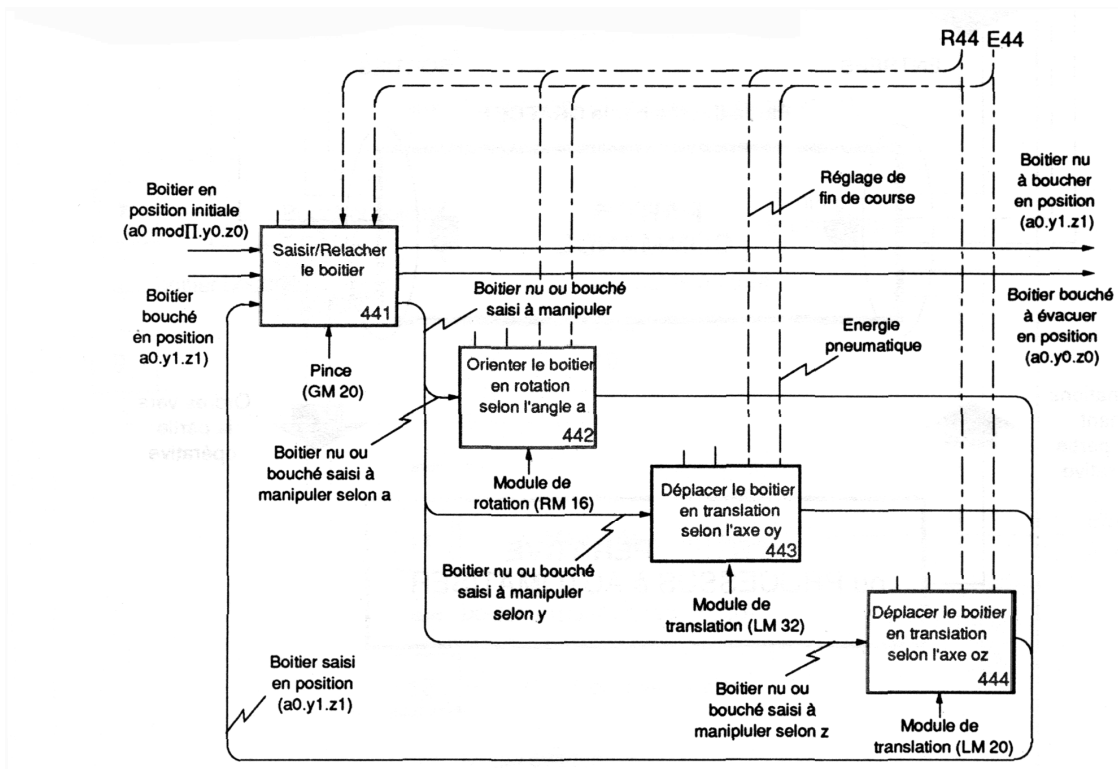
## 11.41 La SADT dans les manuels scolaires

### 11.41.1 Les fonctions de base d'une partie commande chez Dunod



Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *Technologie des systèmes automatisés - 1, Les Systèmes techniques*. Paris : Dunod. (p. 92).

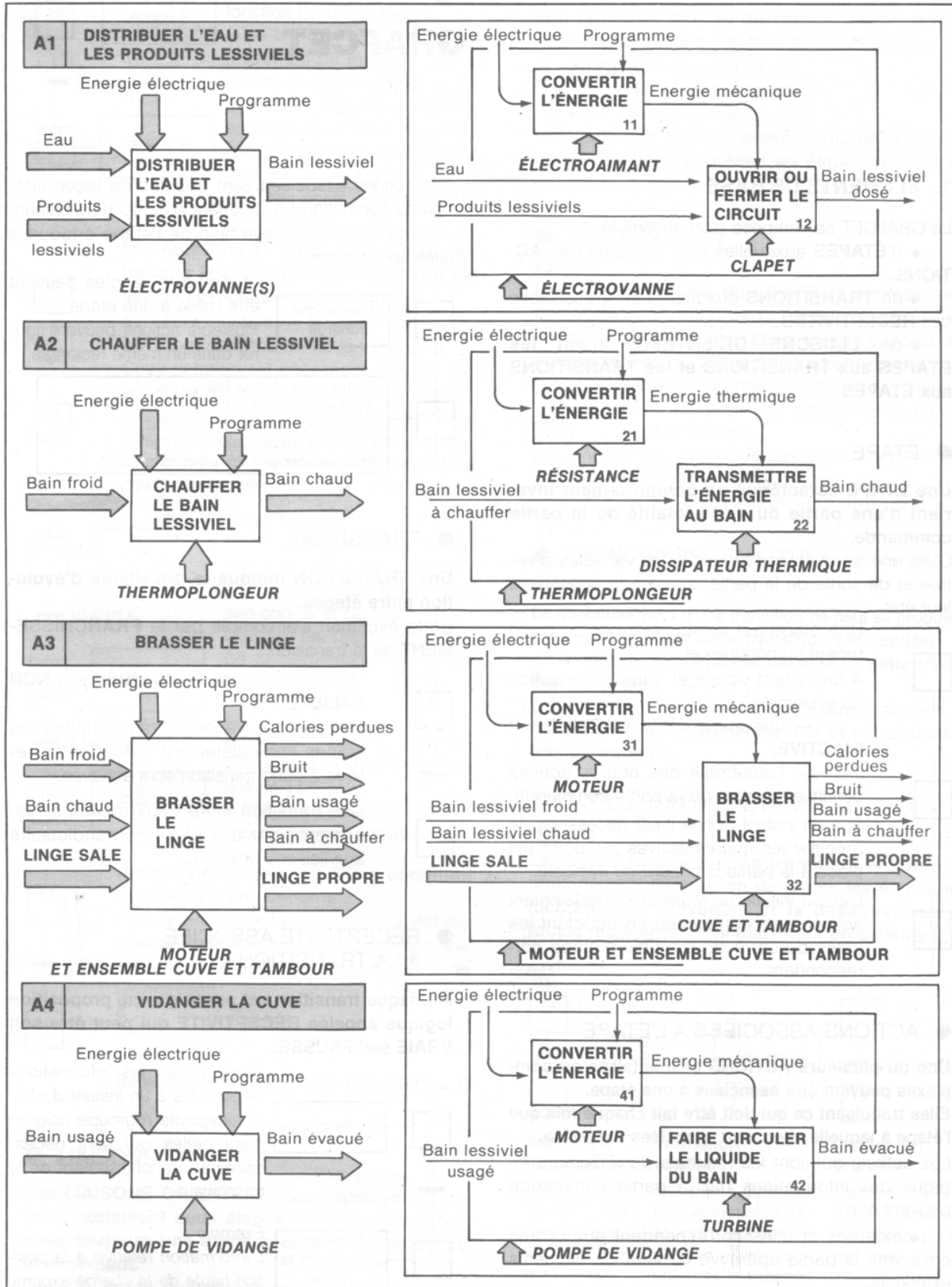
### 11.41.2 Manipulation de boîtiers dans un système automatisé chez Casteilla



Barlier Claude, Chassaing Jean Paul, Bougeois René (1989). *Prémotech, technologie des systèmes automatisés*. Paris : Casteilla. (p. 29).

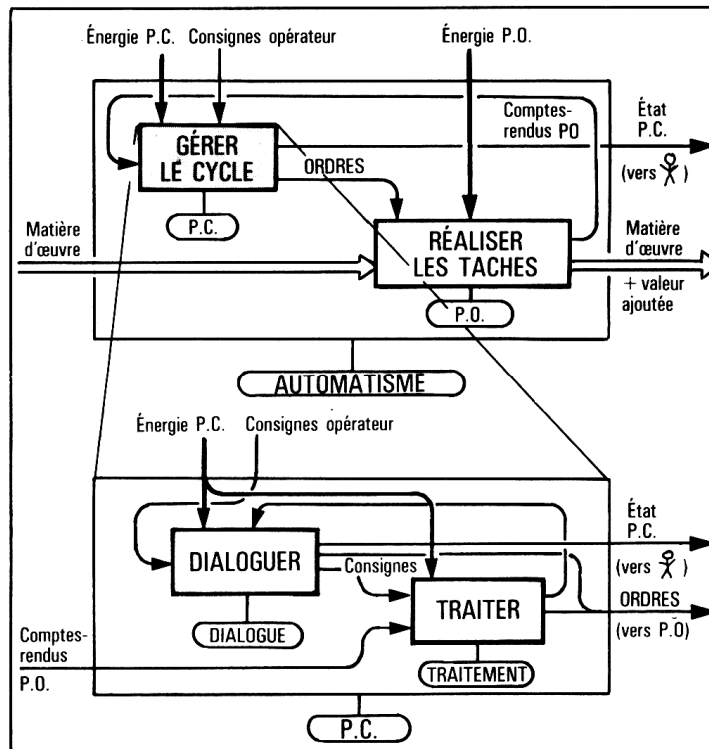


### 11.41.3 Diagrammes multiples chez Delagrave



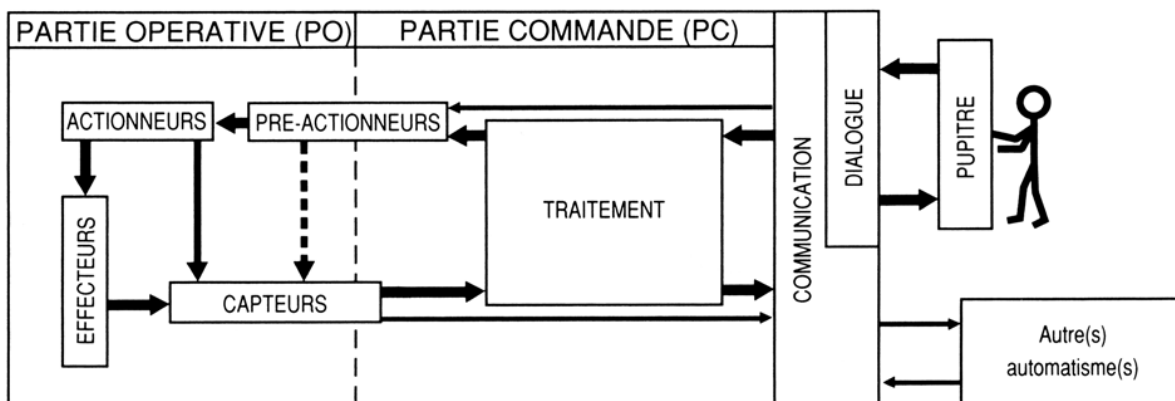
Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave. (p. 92).

## 11.42 Avec Casteilla la SADT pénètre dans l'enseignement supérieur



Verge Jean, Wacquet Michel (1989a). *Systèmes de productions – structurations et communications internes*. Paris : Casteilla. (p. 22).

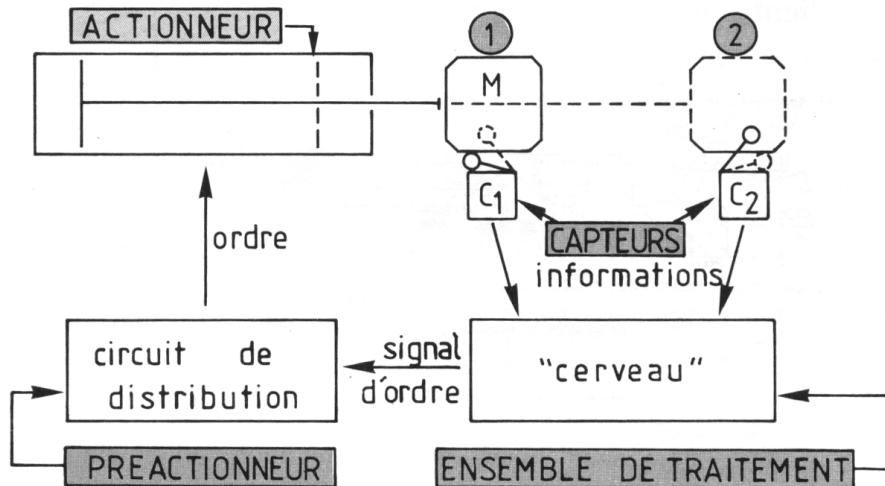
## 11.43 Système automatisé : un schéma en passe de devenir canonique (de la classe de seconde à l'enseignement supérieur)



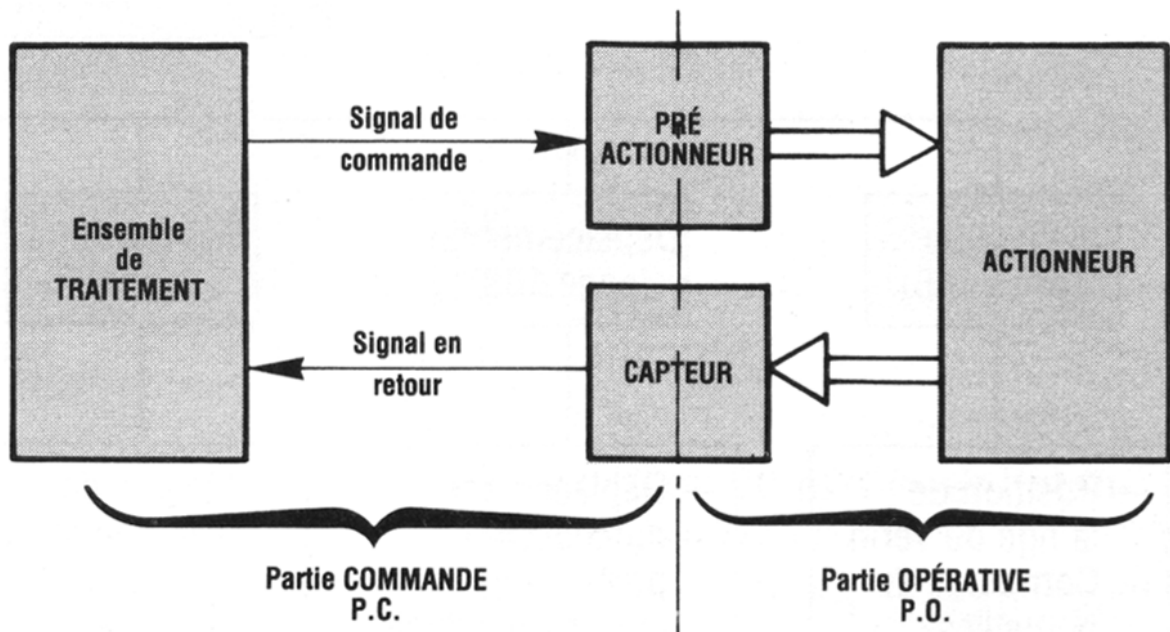
Verge Jean, Wacquet Michel (1989b). *Automatismes de productions – De la réflexion productique à l'exploitation*. Paris : Casteilla. (p. 9).

## 11.44 Deux points de vue pour un système automatisé chez Nathan

### 11.44.1 La notion de cerveau pour une analogie avec l'homme

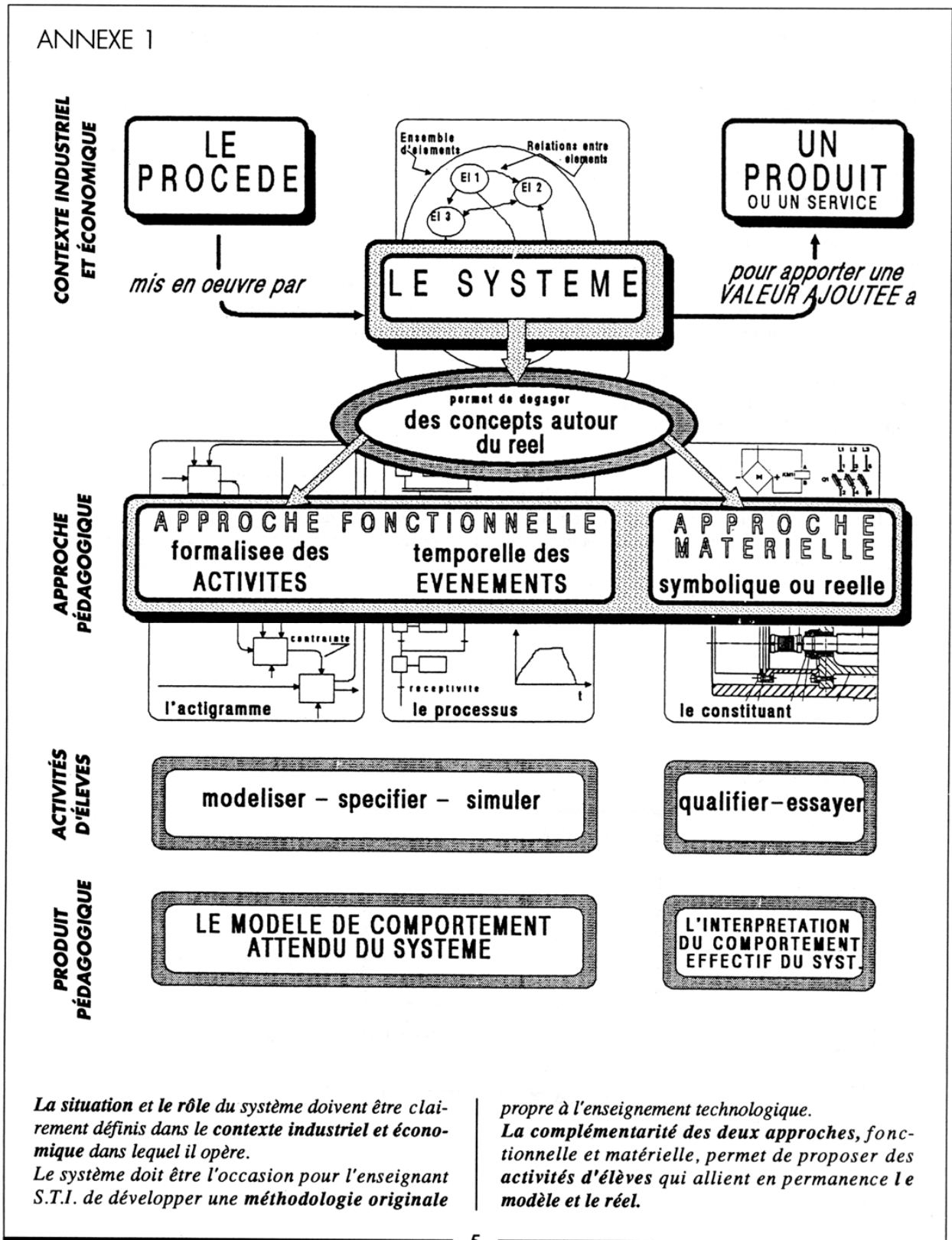


### 11.44.2 Une forme canonique simplifiée d'un système automatisé



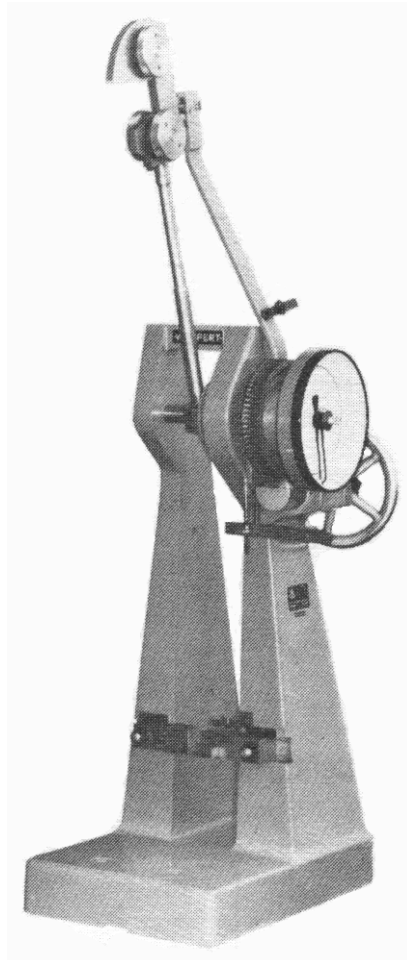
Nowak, J.N., Sacquepey, D., Quatremer, R. Trotignon, J.-P. (1988). *Construction TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Afnor / Nathan technique. (p. 192 et 183).

# 11.45 Approche fonctionnelle, temporelle et matérielle des systèmes



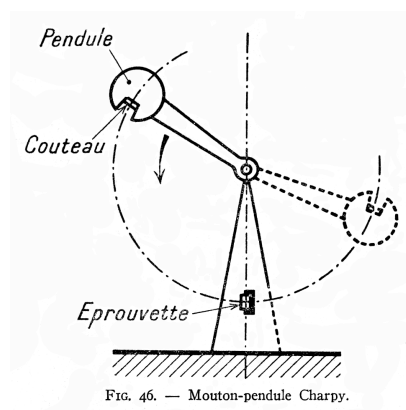
## 11.46 Tradition chez Foucher, le mouton-pendule de Charpy

### 11.46.1 Le mouton-pendule Charpy dans un manuel scolaire de TSA en 1986



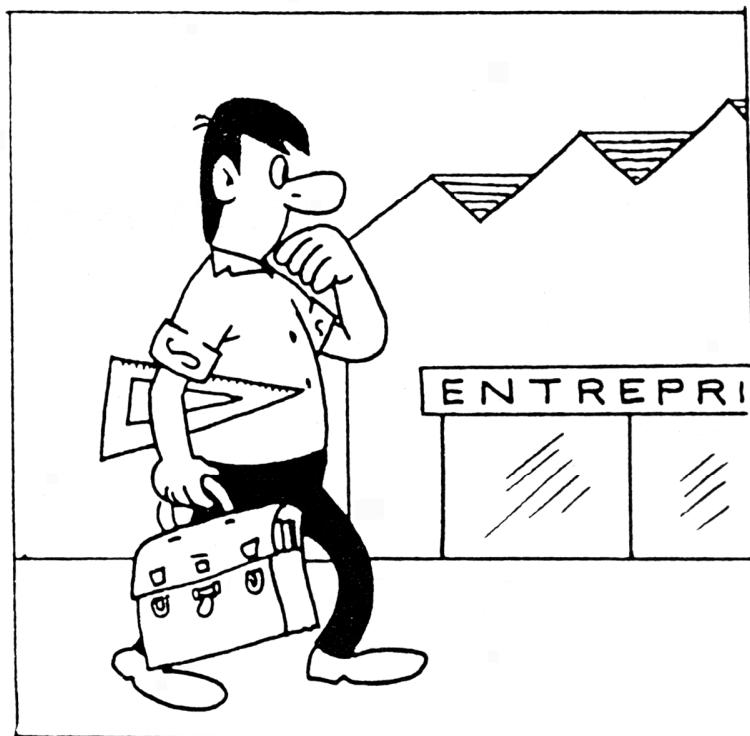
Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 143).

### 11.46.2 Le mouton-pendule Charpy dans un manuel scolaire (sans photographie) en 1949



Berrens, S. (1949). *Manuel de technologie. Première partie du baccalauréat technique*. Paris : Belin. (p. 77).

## 11.47 Modernité chez Foucher, le personnage de bande dessinée



Bonjour,

Je m'appelle "Champo". Je vais vous accompagner dans votre réflexion et dans vos travaux tout au long de cet ouvrage.

Nous rencontrerons parfois des situations difficiles mais faites-moi confiance, nous irons ensemble jusqu'au bout.

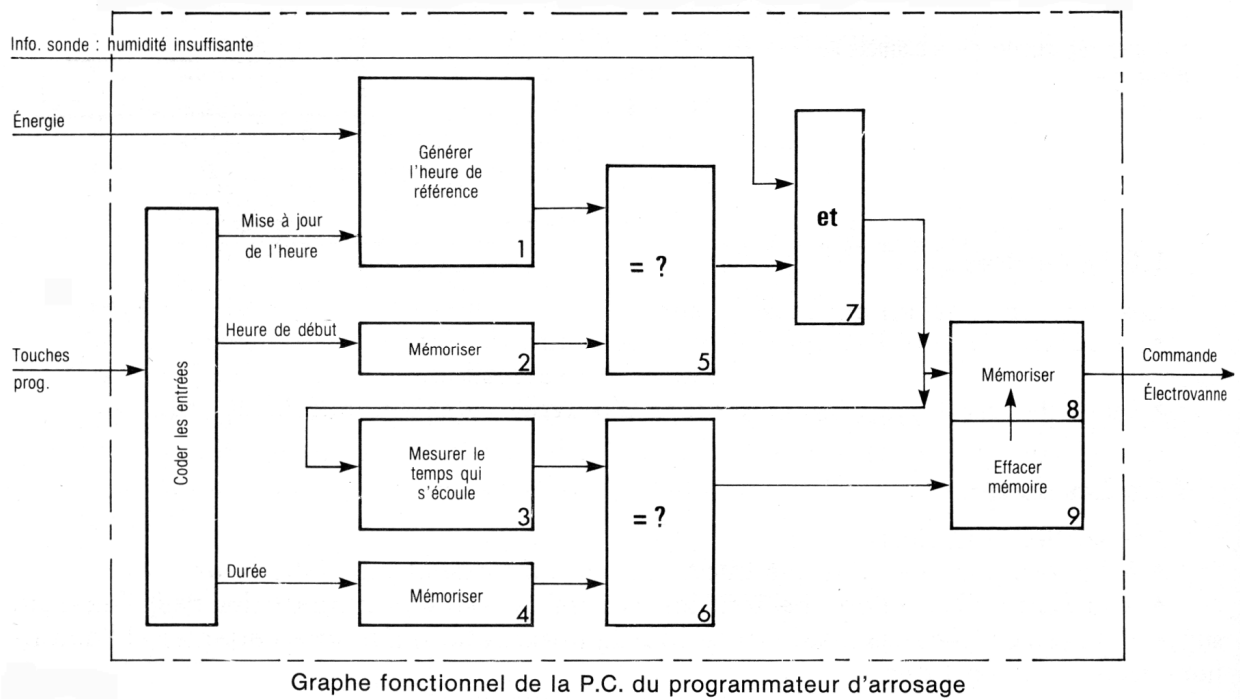
*Champo*®

"Champo est un personnage créé et mis en scène par Alain Joucla, professeur d'espagnol au collège de Figeac".

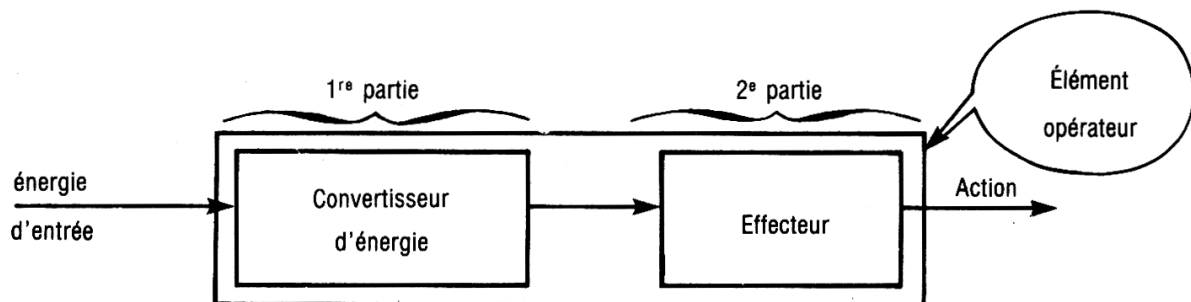
Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 5).

## 11.48 Pas de SADT chez Foucher mais des graphes fonctionnels

### 11.48.1 Graphe fonctionnel d'une partie commande

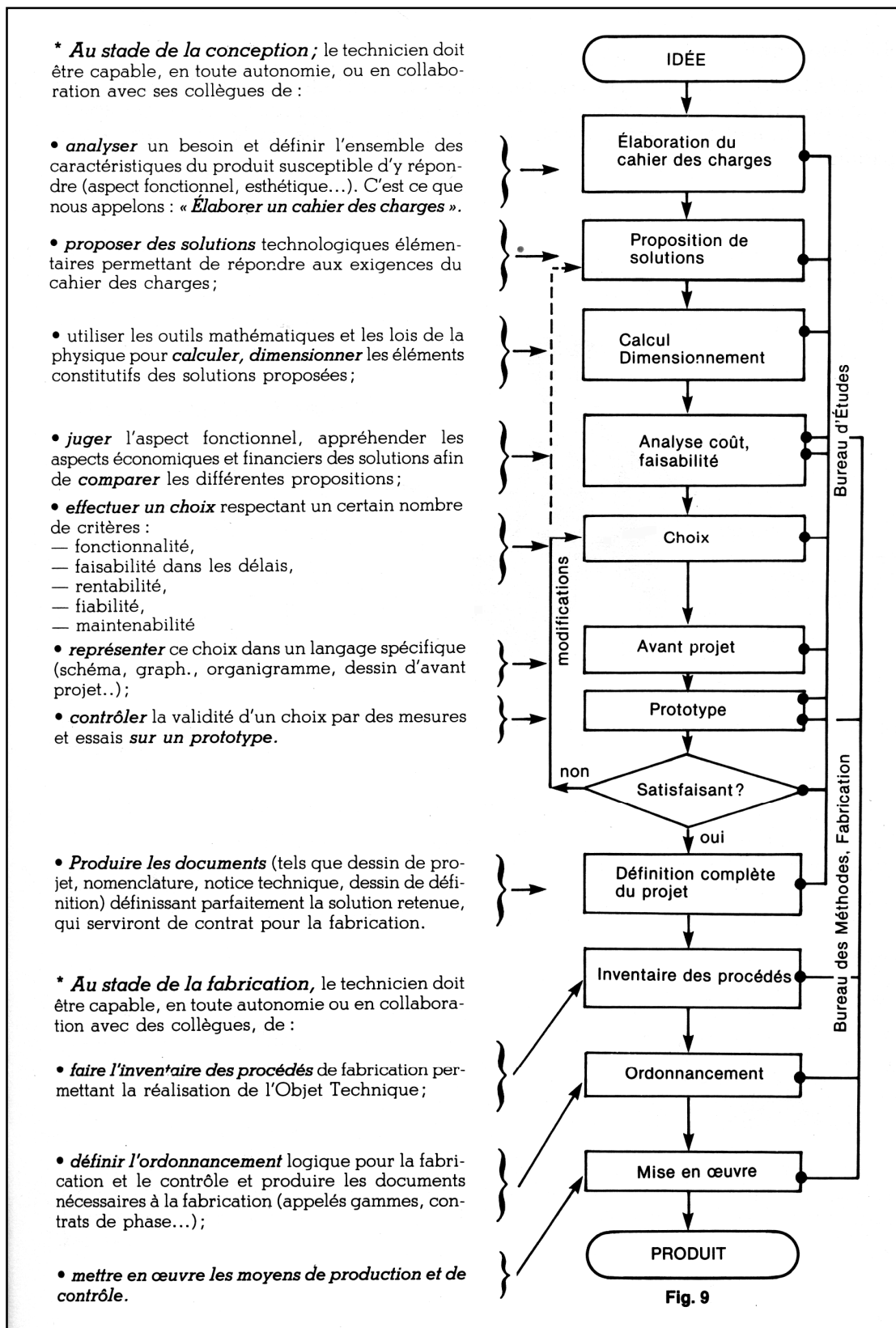


### 11.48.2 Graphe fonctionnel d'une partie opérative



Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 84 et 92).

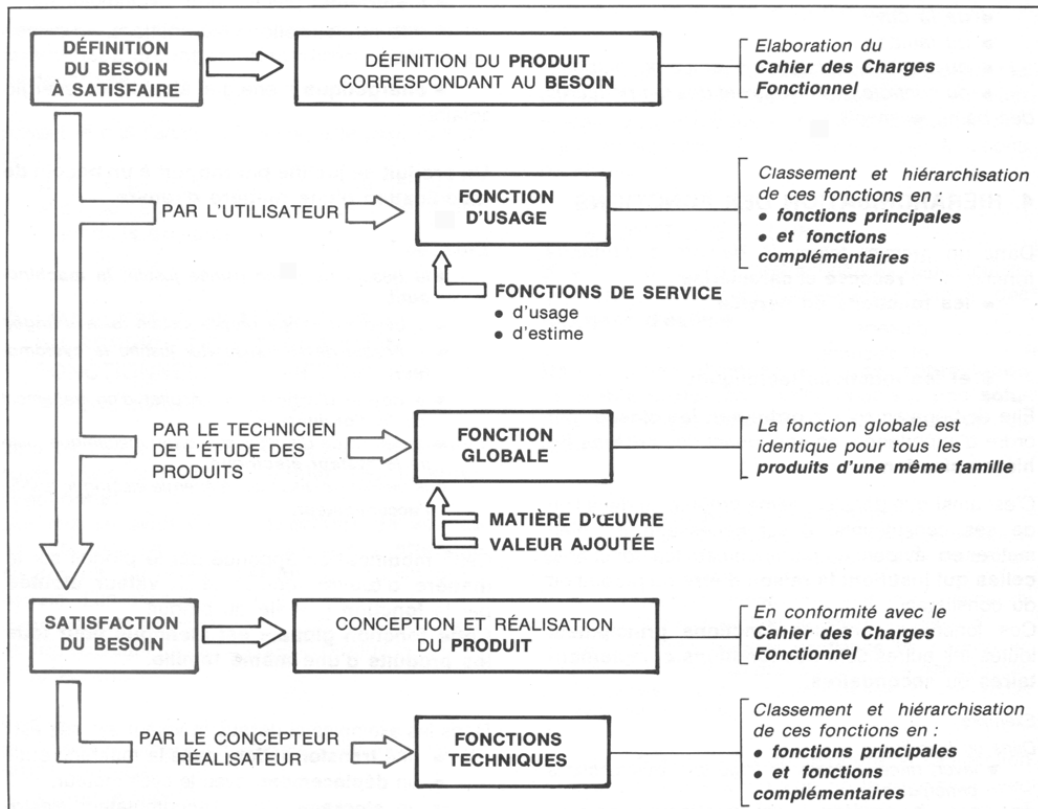
## 11.49 Les liens entre les différentes phases de l'élaboration d'un produit et les services de l'entreprise vu par Foucher



Carne Thierry, Geay Daniel, Rubaud Marc (1986). *Technologie des systèmes automatisés seconde TSA*. Paris : Foucher. (p. 15).

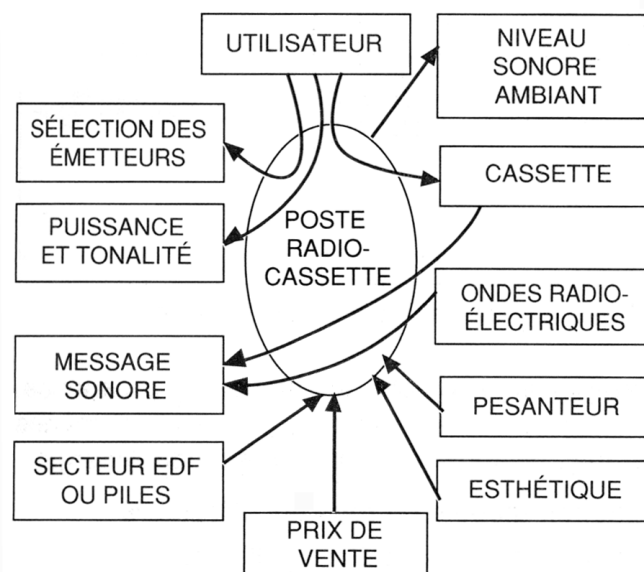


## 11.50 Synthèse de la démarche d'analyse fonctionnelle par Delagrave



Alain Rideau, Bianciotto André, Boye Pierre (1991). *Technologie des systèmes automatisés, seconde TSA*. Paris : Delagrave. (p. 36).

## 11.51 Radio-cassette et milieux humain, physique, économique et technique associés chez Delagrave (relation avec l'environnement selon NF X 50-153 mai 1985)



Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave. (p. 9).

## 11.52 Glossaire du vocabulaire de l'analyse systémique et de l'analyse de la valeur (Delagrave)

**ANALYSE FONCTIONNELLE** : démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions d'un système ou d'un objet technique.

**ANALYSE DE LA VALEUR** : méthode qui permet de concevoir, reconcevoir ou rechercher un système ou objet technique assurant au meilleur coût la satisfaction de l'utilisateur.

**ANALYSE SYSTÉMIQUE** : méthode d'étude et d'analyse qui s'appuie sur la théorie des systèmes en considérant comme un tout unique l'ensemble des éléments d'un système et leurs interactions.

**BESOIN** : nécessité ou désir exprimé par un utilisateur, il peut être parfaitement exprimé, latent ou potentiel.

**CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL** : document par lequel un demandeur qui peut être un organisme, un service ou une personne, exprime fonctionnellement son besoin.

**FIABILITÉ** : aptitude d'un système ou objet technique à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée.

**FONCTION DE SERVICE** : pour un système ou un objet technique elle correspond à une action attendue de ce dernier.

**FONCTION D'ESTIME** : appréciation favorable portée par l'utilisateur sur une solution spécifique relative à tout ou partie de l'objet technique.

**FONCTION D'USAGE** : pour un système ou un objet technique c'est le regroupement de l'ensemble des fonctions de service perçues directement par l'utilisateur.

**FONCTION GLOBALE** : relation qui transforme une matière d'œuvre matérielle, énergétique ou informationnelle, en lui conférant une valeur ajoutée, sans référence à un système ou un objet technique particulier.

**FONCTION PRINCIPALE** : relation entre une action (variation ou changement d'état d'une variable d'entrée) et son résultat (variation ou changement d'état d'une variable de sortie). Composante de la fonction globale elle est indispensable pour la compréhension du fonctionnement d'un système ou objet technique.

**FONCTION SECONDAIRE** : composante d'une fonction principale.

**FONCTION TECHNIQUE** : solution interne à l'objet technique, entre ses constituants, définie par le concepteur-réalisateur pour assurer les fonctions de service.

**GRAF CET** : diagramme fonctionnel normalisé descriptif du cahier des charges d'un système industriel automatisé (Contraction de GRAPhe Fonctionnel de Commande Étape et Transition).

**MILIEUX ASSOCIÉS** : portions de l'environnement d'un système ou d'un objet technique en relation directe ou non avec celui-ci ; suivant leur nature on distingue quatre milieux : technique, économique, physique et humain.

**OBJET TECHNIQUE** : objet voulu, conçu et réalisé par l'homme pour exercer une action définie, jugée utile sur des éléments du milieu extérieur (L. Géminard 1970). Il peut être composante d'un système technique.

**QUALITÉ** : Ensemble des propriétés et des caractéristiques d'un système ou d'un objet technique qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites.

**SCHÉMA CONSTRUCTIF** : apporte les informations jugées nécessaires pour la bonne exécution des différentes étapes de la fabrication et de la maintenance.

**SCHÉMA FONCTIONNEL** : schéma explicatif relativement simple destiné à faire comprendre le fonctionnement.

**SCHÉMA STRUCTUREL** : précise pour un objet technique ou pour une de ses fonctions, l'agencement de ses différents constituants sans tenir compte de leurs dimensions réelles et de leur position relative.

**SYSTÈME** : ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but (J. de Rosnay, Le Macroscopie).

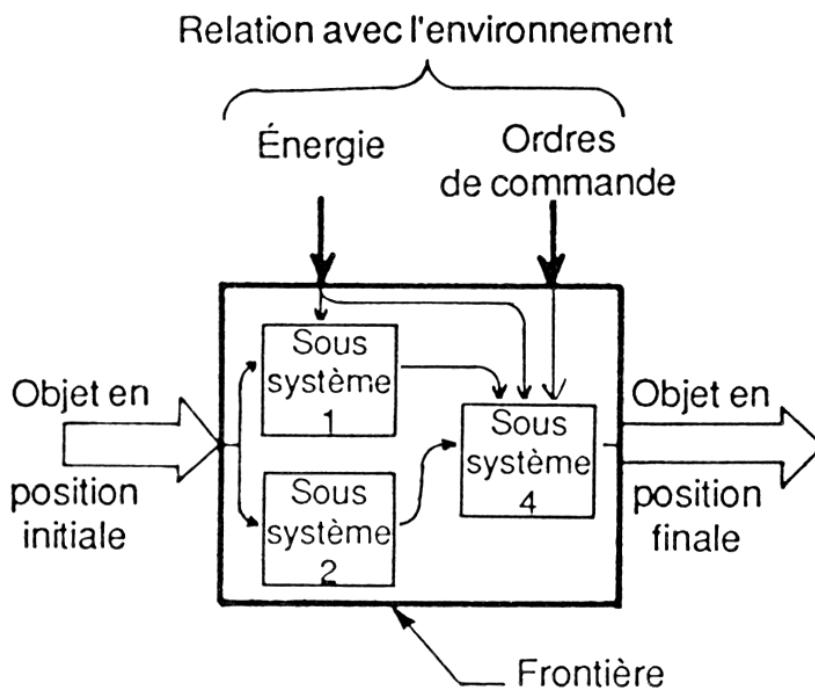
Gillot Jean-Pierre, Bianciotto André, Boye Pierre (1992). *L'étude et l'analyse des systèmes automatisés - Les outils méthodes de la TSA*. Paris : Delagrave. (p. 78).

### 11.53 Neuf combinaisons possibles entre matière d'œuvre et valeur ajoutée (Dunod)

La valeur ajoutée est	SI LA MATIERE D'ŒUVRE EST			
	Produit	Energie	Information	Etres vivants
STOCKER	Magasins-Stocks	Réservoirs-Piles Condensateurs	Mémoires	Habitat
DEPLACER	Convoyeurs Chariots-Transports Filtrage / dosage	Transports-Pipe line Câble Ondes	Bus Ondes optiques herziennes LASER	Transport
TRANSFORMER	Ateliers Industries	Centrales-Barrages Actionneurs Préactionneurs	Codage Décodage	Vie évolution
On retrouve tous les systèmes de production				

Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 1, Les Systèmes techniques*. Paris : Dunod. (p 26).

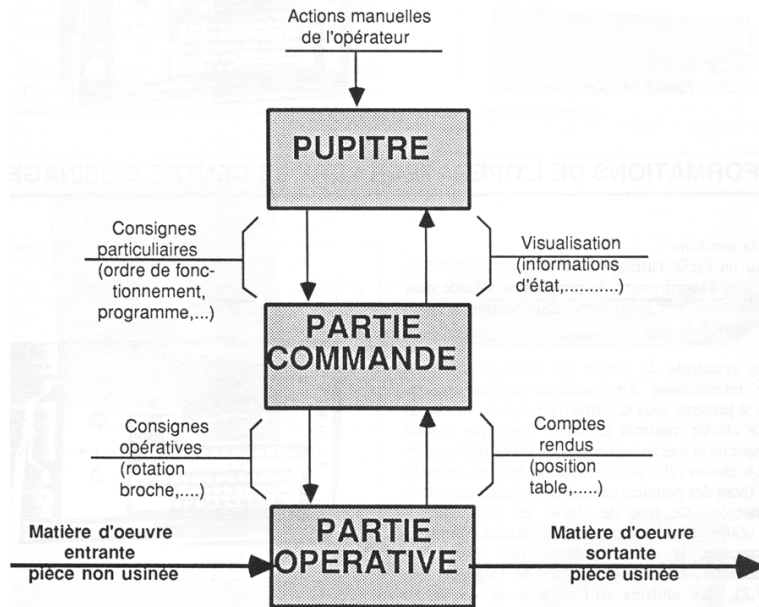
### 11.54 Une synthèse de la représentation des systèmes (Dunod)



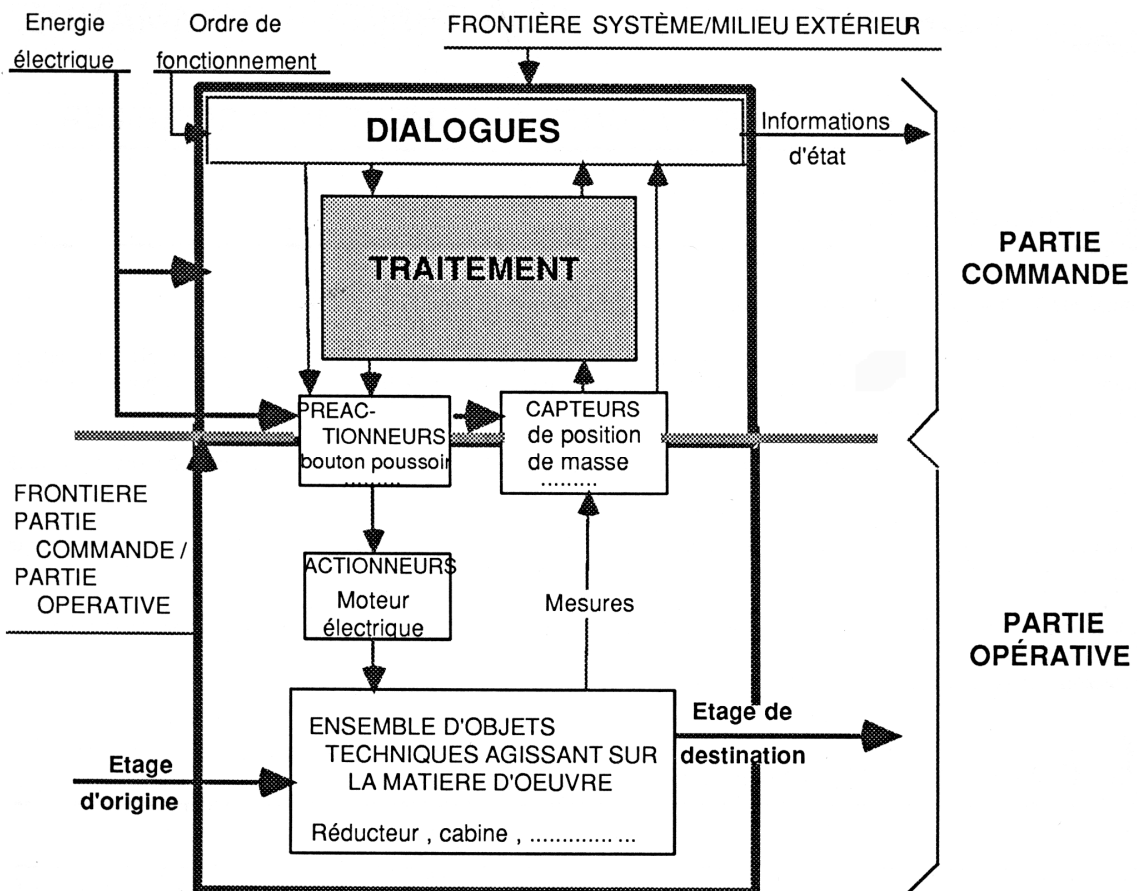
Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 1, Les Systèmes techniques*. Paris : Dunod. (p. 2).

## 11.55 Structure interne d'un système automatisé « ouvert » (Dunod)

### 11.55.1 Structure générale

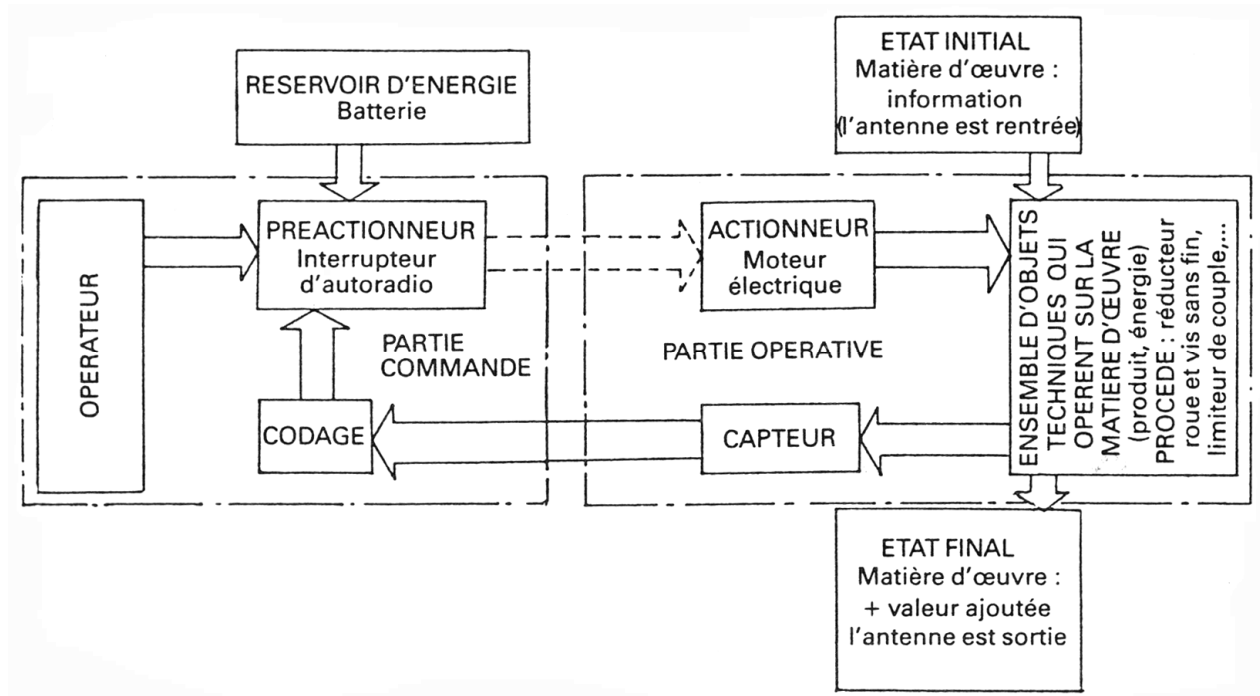


### 11.55.2 Structure interne



Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 2, Les Parties opératives*. Paris : Dunod. (p. 5 et 115).

**11.56 Schéma fonctionnelle de l'organisation interne d'un système autre qu'automatisé sur le modèle « partie opérative / partie commande » (Dunod)**



Laurent Jourdan, Perrin Jacques, Prat Didier (1987). *TSA Technologie des systèmes automatisés - 3, Les Parties commandes*. Paris : Dunod. (p. 41).

## **12. 1992-1999, l'entrée de la technologie dans les classes préparatoires - Le paradigme des chaînes fonctionnelles**

## 12.1 Définitions et exemples de « constituants (d'automatismes) » et de « composants » d'après le guide d'équipement de la seconde TSA

**Constituant (d'automatisme)** : Ensemble de composants agencés pour réaliser une fourniture d'une fonction d'automatisme. Son choix, sa mise en œuvre (installation, réglage et/ou paramétrage) et sa maintenance (interchangeabilité des composants réparables) sont du domaine des concepteurs, des constructeurs et des installateurs de machines (Exemples : voir tableau ci-après).

**Composant** : Élément technologique d'un constituant (voir tableau ci-après). Sa mise en œuvre concerne essentiellement les constructeurs de constituants. Du point de vue maintenance, ce sont des éléments non réparables (mais le plus souvent interchangeables).

Equipements	Constituants	Composants
Convoyeur automatisé	Unité de transport Moteur Boîtier de commande Embrayage, boîte vitesses	Élément de transports, palier, renvoi... Roulement, tôle magnét., flasque, arbre, vis, ... Contacteur, connecteur, fil, bouton, ... .....
Unité d'assemblage	Préhenseur Vérin à guidage intégrés Capteur incrémental Automate programmable	Pièce constitutive, électro-aimant, connecteur, Piston, flasque, joint, tube, aimant, guide, bague Corps, disque, LED, phototransistor, circuit intégré UC, carte d'E/S, logiciel de base, progiciel
Poste de conduite	Terminal Pupitre Progiciel de supervision	Ecran, clavier, câble, logiciel d'exploitation Platine, bouton, voyant, interrupteur, ... Logiciel de base, utilitaire dédié, adaptateur

MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 10).

## 12.2 Exemple de tableau de présentation des compétences attendues en fin de seconde TSA (programme 1992)

### Technologie des systèmes automatisés 2 - Compétences attendues

Cette liste de compétences **terminales** ne préjuge en rien ni de l'ordre d'acquisition privilégié par l'enseignant, ni de la progressivité dans l'acquisition. Certaines compétences peuvent résulter d'activités répétées sur des systèmes variés (par exemple les compétences 1, 3, 4...).

Chapitre	Compétences terminales attendues	Commentaires
<b>1- Les systèmes automatisés</b>	<p>A partir d'un système automatisé isolé, sa description et la liste des tâches étant donnés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Identifier les matières d'œuvre entrantes et sortantes du système.</li> <li>2 Etablir tout ou partie du graphe de coordination des tâches opératives</li> <li>3 Identifier la partie opérative et la partie commande du système en fonctionnement.</li> </ol>	<p>La partie du graphe à décrire est linéaire.</p> <p>La frontière d'isolement PO - PC est facilement identifiable</p>
<b>2- La partie opérative</b>	<p>A partir du schéma cinématique, du dessin d'ensemble d'un mécanisme d'une partie opérative, dessin sur lequel sont identifiés les sous-ensembles cinématiquement liés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4 Identifier les liaisons ;</li> <li>5 Mettre en évidence et caractériser géométriquement les surfaces associées aux liaisons;</li> <li>6 Définir les mouvements relatifs des sous-ensembles cinématiquement liés ;</li> <li>7 Donner la fonction du mécanisme.</li> </ol> <p>A partir d'un dessin de système ou d'un système en fonctionnement :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8 Reconnaître un actionneur et son préactionneur et définir leur fonction.</li> </ol> <p>A partir d'un schéma, et éventuellement de notice(s) :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9 Identifier un actionneur, un préactionneur ou un capteur TOR dans une chaîne fonctionnelle, le caractériser et définir sa fonction. Reconnaître quelques caractéristiques fonctionnelles de l'actionneur.</li> <li>10 Identifier la nature de l'information d'entrée d'un capteur.</li> </ol> <p>Identifier le caractère physique de la grandeur de sortie d'un capteur TOR.</p>	<p>Mécanisme d'au plus 3 liaisons (liste selon programme) et ne comportant que des mouvements plans (même plan ou plans //). L'objectif est de faire admettre l'intérêt pratique de modéliser le réel</p> <p>Plans (étendue) et cylindres (L/D)</p> <p>Translation, rotation autour d'un axe fixe</p> <p>Fonction technique, et en présence du système, fonction d'usage.</p> <p>Vérin pneumatique et distributeur. Moteur électrique asynchrone et contacteur. L'objectif visé est de dégager le concept de chaîne d'action.</p> <p>Nature, type. Fonction technique et fonction d'usage vis-à-vis du système.</p> <p>Ø, course, pression d'utilisation pour un vérin; vitesse, tension, puissance nominales pour un moteur.</p> <p>Caractère physique (position, température...) et caractère informationnel (logique, analogique, numérique).</p> <p>Caractère électrique, pneumatique...</p>

Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 3. Programme de technologie des systèmes automatisés (TSA) classe de seconde générale et technologique.



## 12.3 Les modes de représentations graphiques susceptibles d'être utilisés en seconde TSA en 1988

### AIDE-MEMOIRE

#### Analyse et description fonctionnelle

##### Recenser les fonctions

Approche :

- Analyse systémique
- Recherche du besoin fondamental

Identification :

- Méthode APTE
- Diagramme FAST
- Graphe et arbre de fonctions
- Organigramme OTP

##### Caractériser les fonctions

- Tableau de recueil de données
- Courbe, graphique, abaque
- Diagramme à barres
- Graphique de pourcentages
- Diagramme de PARETO

##### Ordonner et hiérarchiser les fonctions

Recherche des flux :

- Méthode APTE
- Analyse descendante SADT
- Schéma de contact et graphe de produit

Organisation temporelle :

- Organigramme
- Algorigramme
- Grafcet
- Graphe de coordination des tâches
- Graphe de GANTT
- Graphique ou planning de PERT

##### Valoriser les fonctions

- Tableaux d'affectation et graphe associé
- Organigramme OTP
- Histogramme
- Diagramme à barres
- Diagramme de satisfaction
- Courbes comparées

#### Outils de recherche et de représentation

##### Phase d'avant-projet

- Schémas
- Dessins à main levée

##### Phase d'étude

- Dessin d'ensemble/de définition

##### Phase de réalisation et d'utilisation

Présentation :

- Perspectives
- Eclaté
- Vue fantôme

Description du fonctionnement :

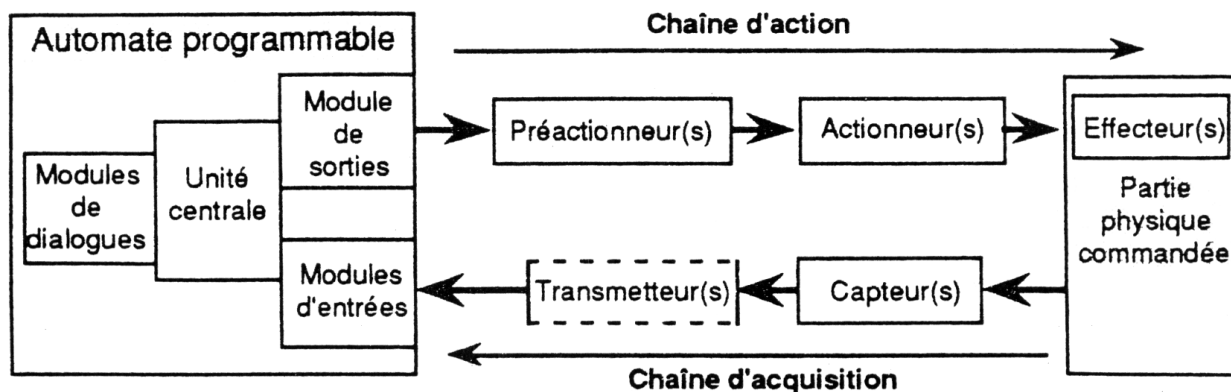
- Tableau des états
- Schémas, croquis, dessins

##### Maintenance

- Arbre de décision
- Arbre des causes
- Arbre des défaillances
- Méthode causes-effets : K.ISHIKAWA
- Ordinogramme

Mereau Jean-Pierre (1988b). La représentation graphique au service de la communication technique. 2<sup>e</sup> partie. *Technologie & Formations*, 16, 29-37. (p. 36).

## 12.4 Représentation d'une chaîne fonctionnelle et de ses constituants (programme de TSA 1992)



Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 3. Programme de technologie des systèmes automatisés (TSA) classe de seconde générale et technologique.

## 12.5 Typologie des graphismes techniques utilisés en seconde TSA d'après Janrené Doulin (1996)

Classement des graphismes rencontrés en seconde TSA en fonction de leur degré d'iconicité relatif	Illustrations	Illustration photographique	
		Illustration infographique	
	Dessins et croquis	Dessin artistique réaliste	
		Croquis technique	
		Dessin projection perspective	Normalisé
		Dessin projection géométrale	Normalisé
	Graphes et schémas	Graphes sagittaux	
		Graphes arborescents (arbre)	
		Graphes imbriqués	
		Graphes fonctionnels	
		Graphes organiques	
		Algorigrammes	Normalisé
		Logigrammes	Normalisé
		GRAF CET	Normalisé
		GEMMA	Normalisé
		Graphes cause-effet (ISHIKAWA)	Normalisé
		Schémas de principe	
		Schéma structural mécanique	Suivant les domaines
		Schémas cinématiques	Normalisé
		Schémas électriques	Normalisé
		Schémas électroniques	Normalisé
	Schémas pneumatiques	Normalisé	
	Schémas hydrauliques	Normalisé	
	Diagrammes	Courbes et arabesques	
		Diagramme stéréographique	
		Chronogrammes	
		Histogrammes	
		Diagrammes-barres	
		Diagrammes-secteurs	
		Diagrammes-cibles	
		Courbes d'allures (Pareto)	
	Autres graphismes	Tableaux	
Graphismes mixtes			
Graphismes divers			

Hamon Christian (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, n° 48, 39-62. (p. 55).

## 12.6 Liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de seconde TSA

Pierre VILLETELLE : inspecteur pédagogique régional  
André GRANDJEAN : inspecteur pédagogique régional  
Christian PATOZ : inspecteur pédagogique régional  
Marc AUBERT : chef de travaux  
Roland BOUCAULT : chef de travaux  
Jean Paul TRICHARD : chef de travaux  
Jean Pierre LEFERME : chef de travaux  
Gérard COLOMBARI : professeur  
Jean LHIVERT : professeur  
Christian MERLAUD : professeur

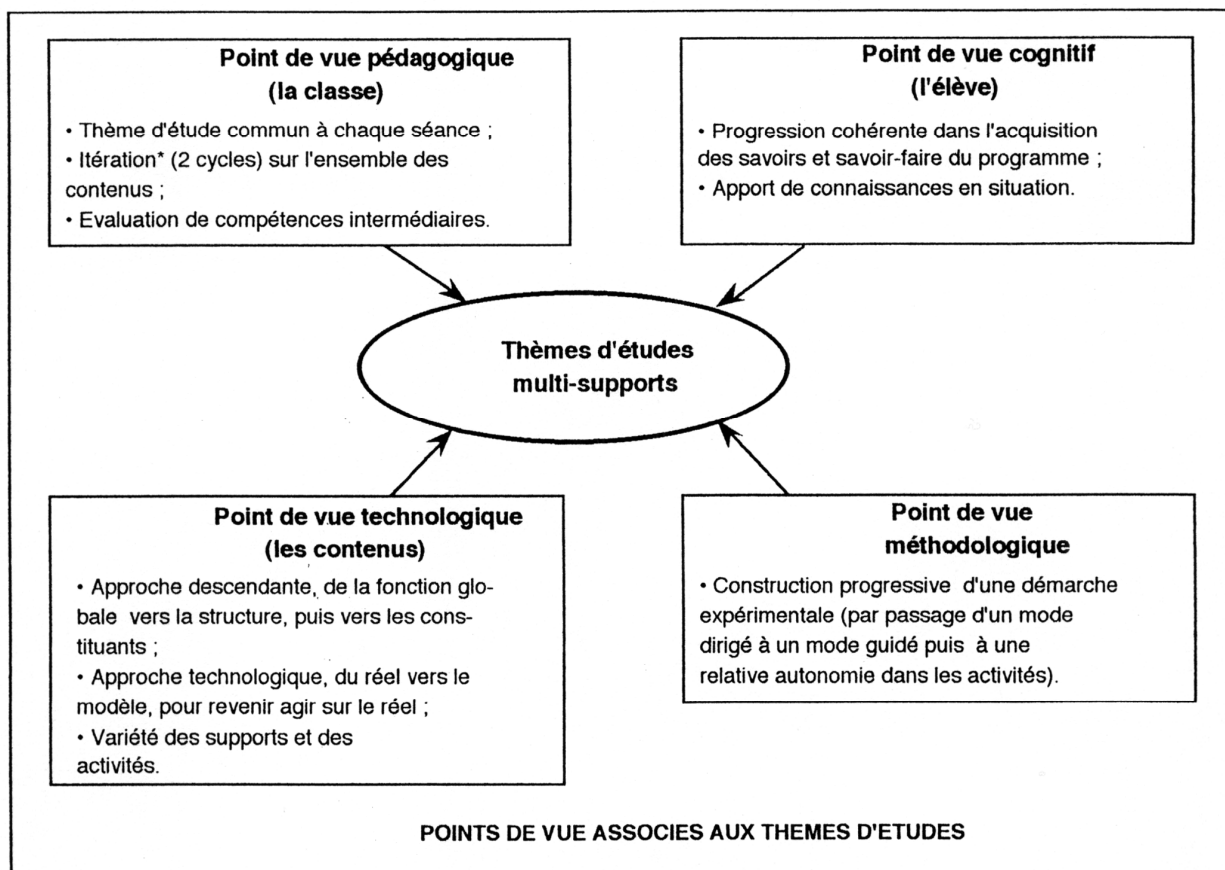
Représentants de la direction des lycées et collèges (DLC)

Guy THIBAUD : section technique (DLC C3)  
Christian WALENTEK : section technique (DLC C3)

MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale.

## 12.7 Points de vue associés aux thèmes d'étude

Cette analyse débouche sur une construction des acquisitions des élèves à partir de "thèmes d'études\*". La figure ci-après illustre l'ensemble des points de vue complémentaires pris en compte pour définir ces "thèmes d'études".



Le schéma pédagogique proposé suggère un fonctionnement de la classe :

- organisé pour chaque séance (de trois heures) autour d'un "thème d'étude" commun à tous les élèves, et à partir duquel :
  - sont menées les activités expérimentales ;
  - sont construits les apports de connaissances ;
  - sont conduites des évaluations.
- organisé sur l'année en une séquence définie de "thèmes d'études", choisie pour faciliter l'appropriation progressive du programme par tous les élèves.

MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 5).

**12.8 Organisation de travaux pratique tournants (6 binômes différents et 6 TP différents répartis sur 6 semaines)**

	16 / 09	22 / 09	23 / 09	07 / 10	14 / 10	21 / 10
Alain	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6
Bernard	TP1	TP4	TP3	TP5	TP6	TP2
Claude	TP2	TP1	TP4	TP3	TP5	TP6
Didier	TP2	TP4	TP5	TP6	TP3	TP1
Françoise	TP3	TP1	TP6	TP4	TP2	TP5
Gérard	TP3	TP5	TP6	TP1	TP4	TP2
Hélène	TP4	TP2	TP5	TP1	TP6	TP3
Julien	TP4	TP6	TP1	TP2	TP3	TP5
Khaled	TP5	TP3	TP1	TP6	TP2	TP4
Lucien	TP5	TP6	TP2	TP3	TP1	TP4
Marcel	TP6	TP3	TP2	TP5	TP4	TP1

## 12.9 Cycles de formation sous forme de travaux pratiques en seconde TSA

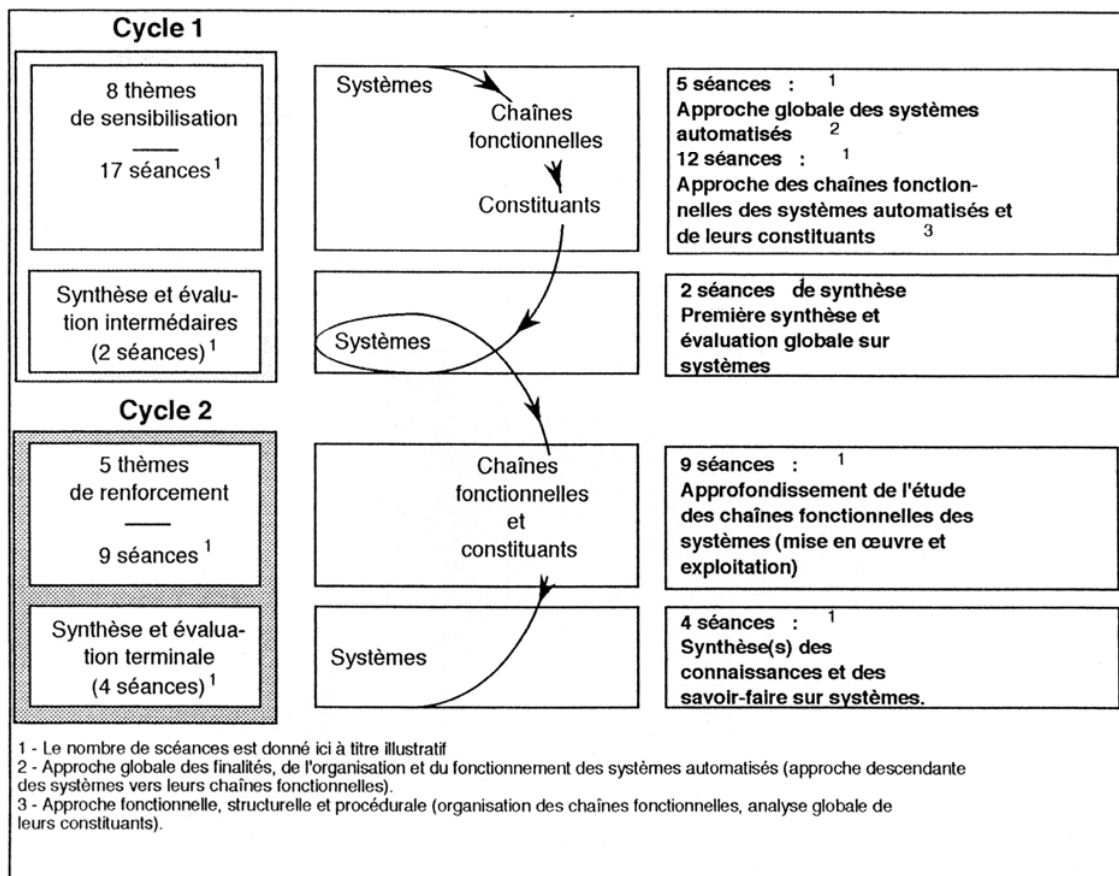
### ■ Organisation des activités

La logique retenue pour l'acquisition des connaissances et l'organisation des activités en "thèmes d'études" sur l'année intègre deux démarches complémentaires :

- une démarche pédagogique :
  - structurée en deux cycles, un "cycle de sensibilisation\*" et un cycle de renforcement\*, terminés par une phase de synthèse. Cette dernière phase reprend l'étude d'un système en mettant en application les compétences acquises, et peut intégrer une évaluation sommative (intermédiaire ou terminale),
  - organisée pour une construction progressive et cumulative des savoirs ;
- une démarche technologique, du réel vers le modèle pour revenir agir sur le réel, associant :
  - approche inductive\*, du réel vers le(s) modèle(s),
  - approche descendante\*, des systèmes vers leurs constituants.

\* Voir lexique page 9

Une proposition d'organisation des activités est donnée ci-après (cette proposition, plus détaillée, est donnée à l'annexe 1, page 11).

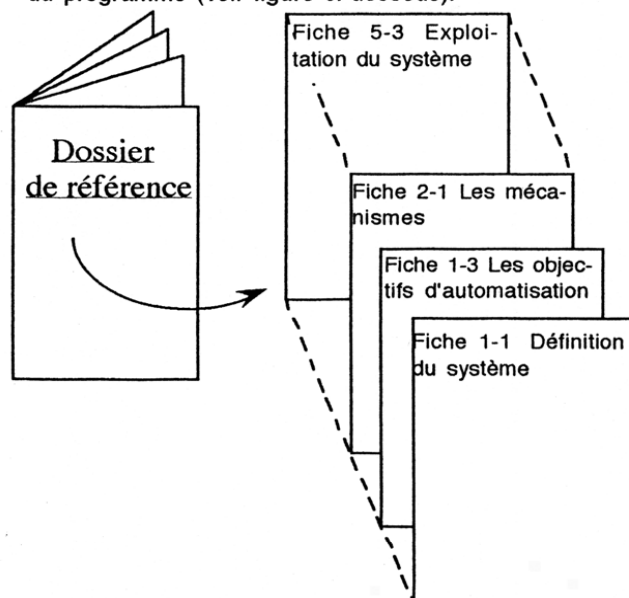


MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 6).

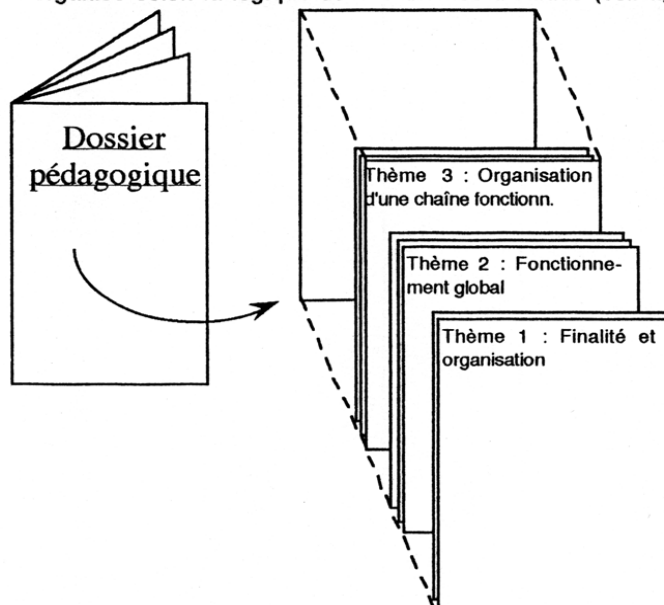
## 12.10 Nature et contenus des dossiers accompagnant les systèmes didactisés en seconde TSA

Chaque système doit être accompagné de trois dossiers facilitant la mise en œuvre de la pédagogie visée :

- un **dossier technique**, pour le professeur, comportant tous les éléments relatifs à la construction de l'équipement, et nécessaires à son installation, sa mise en œuvre et sa maintenance ;
- un **dossier de référence**, pour l'élève, reprenant certains éléments du dossier technique et organisé selon la logique des chapitres du programme (voir figure ci-dessous).



- un **dossier pédagogique**, comportant l'ensemble des fiches pédagogiques associées à chacun des thèmes d'études. Ce dossier est organisé selon la logique de ces thèmes d'études (voir figure ci-dessous).



MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 8).



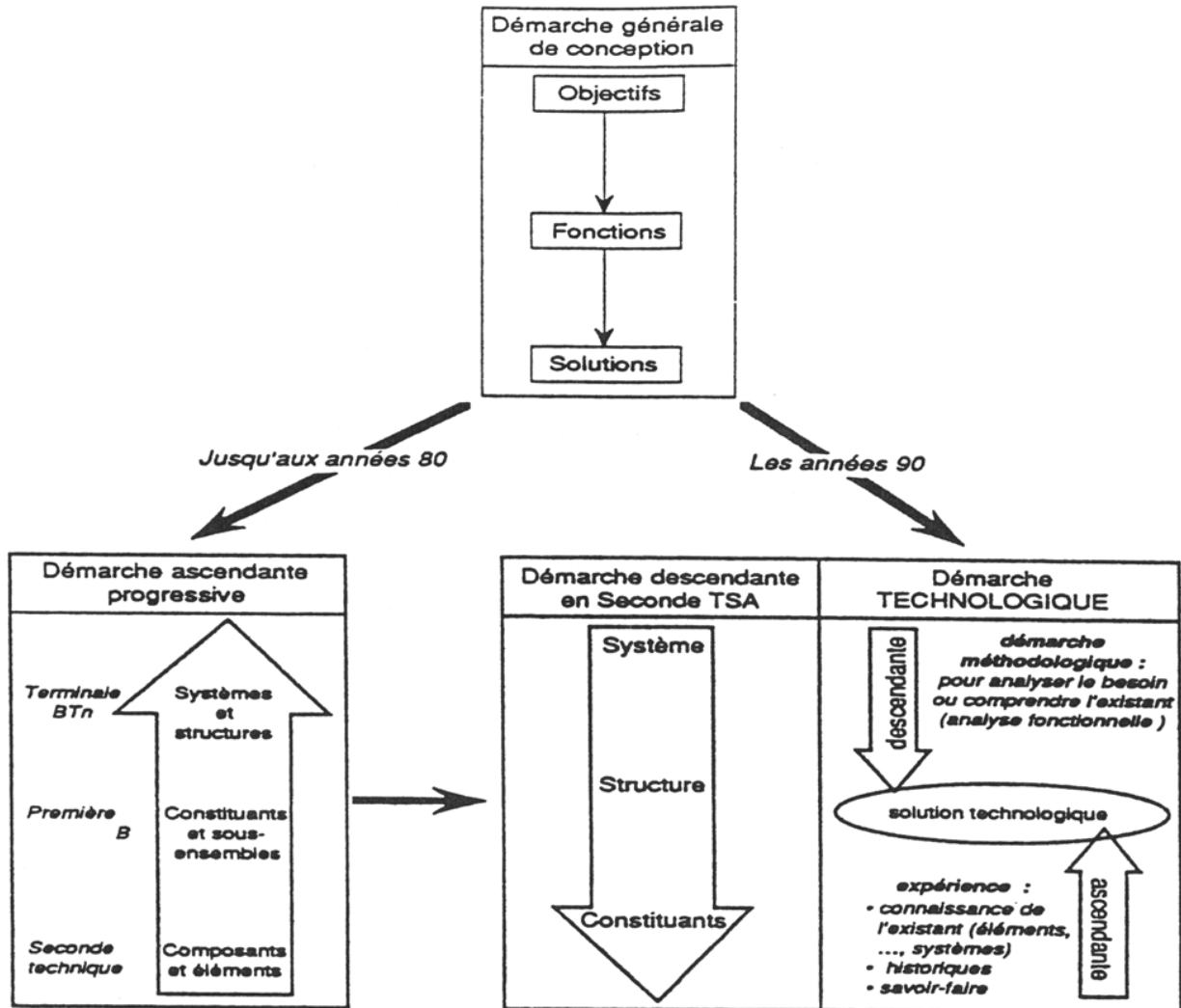
### 12.11 Horaires hebdomadaires des matières technologiques des classes de première et de terminale de la série S technologie industrielle 1992

	1 <sup>re</sup>	Terminale	Hebdomadaire sur les deux ans
Étude des constructions (génie mécanique)	1 + 3 h (TP)	1 + 3 h (TP)	8 h
Étude des systèmes techniques industriels (génie électrique)	1 + 3 h (TP)	1 + 3 h (TP)	8 h
Total	8 h	8 h	16 h

### 12.12 Évolution des titres de chapitre du programme de technologie des classes de première et de terminale de la série S technologie industrielle

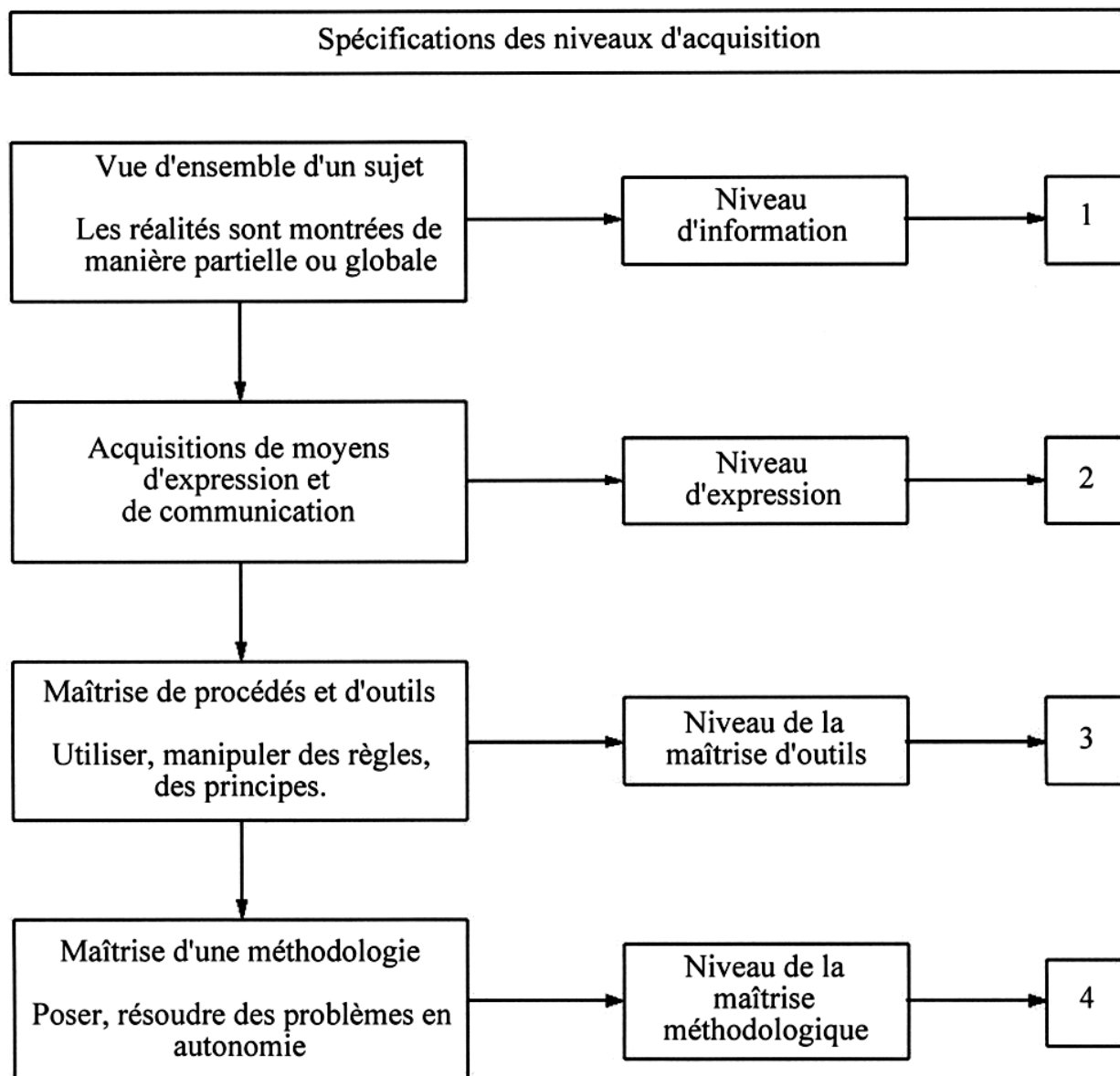
		Enseignements technologiques du baccalauréat E (1989)	Enseignements technologiques du baccalauréat S (option TI - 1992)
Génie mécanique	A	Conception des ensembles	Étude des ensembles techniques
	B	Définition des éléments	Définition des éléments
	C	Industrialisation des produits	Industrialisation des produits
Génie électrique	D	Automatique et informatique industrielle appliquées aux systèmes automatisés	Informatique industrielle appliquée aux systèmes automatisés
	E	Électronique industrielle	Électrotechnique et électronique industrielle

## 12.13 Démarche technologique d'analyses descendante et ascendante pratiquée au baccalauréat S technologie industrielle (1992)



MEN (1991). *Propositions du Conseil National des Programmes sur l'évolution du lycée (deuxième rapport) Annexe 3*. Ministère de l'Éducation nationale.

## 12.14 Niveaux taxonomiques en classes de première et de terminale du baccalauréat technologique sciences et technologies industrielles (STI). Programmes d'enseignement 1993



Arrêté du 10 juillet 1992. JORF n°176 du 31 juillet 1992, p. 10285. Définissant les programmes des enseignements des classes de première et de terminale des lycées conduisant au baccalauréat technologique de la série sciences et technologies industrielles (STI).

## 12.15 Organigramme des filières de classes préparatoires

Bacs admis	Classes préparatoires scientifiques (2 ans)		Concours et écoles accessibles
	(1 <sup>er</sup> trim.)	(2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> trim.)	
S	<b>MPSI</b>	<b>MP</b> <sup>(1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ENS Ulm</li> <li>- ENS Lyon</li> <li>- ENS Cachan</li> <li>- ENS Polytechnique</li> <li>- Concours commun Mines-ponts</li> <li>- Concours commun Centrale-Supélec</li> <li>- Concours communs polytechniques</li> <li>- Concours commun Travaux publics</li> <li>- Concours commun Arts et métiers ...</li> <li>- Ecoles de l'Armée</li> <li>- Concours propres à de nombreuses écoles</li> </ul>
	<b>PCSI</b>	<b>PC</b> <sup>(1)</sup>	
	<b>PCSI</b>	<b>PSI</b> <sup>(1)</sup>	
	<b>PTSI</b>	<b>PT</b> <sup>(1)</sup>	
	<b>MT</b>	<b>MT</b> <sup>(2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concours "Agro"</li> <li>- Ecoles de chimie</li> </ul>
	<b>BCPT</b>	<b>BCPT</b>	
<b>Véto</b>	- Concours Vêto		
<b>STI</b> toutes spécialités <b>STL</b> spécialité physique...	<b>TSI</b>	<b>TSI</b>	- Mêmes écoles que pour les classes MP, PC, PSI, PT, MT (voir ci-dessus)
<b>STL</b> toutes spécialités, surtout chimie...	<b>TPC</b>	<b>TPC</b>	- Principalement les écoles de chimie
<b>STL</b> spécialité biochimie-génie biologique...	<b>TB</b>	<b>TB</b> <sup>(2)</sup>	- Mêmes écoles que pour les classes BCPT (voir ci-dessus)

(1) En 2<sup>e</sup> année, il sera créé des classes "étoiles" (\*) qui prépareront en priorité aux ENS et à Polytechnique.  
 (2) MT (ex T) et TB (ex TB) sont créées à titre transitoire pour deux ans.

MEN (1995). *Classes préparatoires aux grandes écoles Rentrée 1995 Admissions Études Débouchés Des nouveautés*. Ministère de l'Éducation nationale : ONISEP.

## 12.16 Horaires des classes préparatoires (hors TSI et ATS)

### 12.16.1 Horaires des classes préparatoires en 1<sup>re</sup> année

DISCIPLINES	CLASSES											
	Mathématique, physique et sciences de l'ingénieur				Physique, chimie et sciences de l'ingénieur				Physique, technologie et sciences de l'ingénieur			
	Cours	TD	TP		Cours	TD	TP		Cours	TD	TP	
1 <sup>ère</sup> période												
Mathématiques	10	2	-		7	3	-		6	3	-	
Physique	4	1	1		5	1	2		4	1	1	
Chimie	1	-	1		2	0,5	1,5		1	-	1	
Sciences Industrielles	1	1	-		1	1	2		2	3,5	2,5 (d)	
Informatique	-	1	-		-	1	-		-	1	-	
Français-Philosophie	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
Langue vivante étrangère	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
Educ. physique et sportive	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>21</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>		<b>19</b>	<b>8,5</b>	<b>4,5</b>	
Langue vivante étrangère II (facultative)	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
2 <sup>ème</sup> période												
Mathématiques	10	2	-		7	3	-		6 (e)	3	-	
Physique	4	1	1		5	1	2		4	1	1	
Chimie	1	-	1		-	-	-		1	-	1	
Sciences industrielles	1 (a) (b)	-	1 (a) (b)		-	-	-		1	-	-	
Informatique	-	-	-		-	-	-		1	1	2	
Français - Philosophie	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
Langue vivante étrangère	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
Travaux d'initiative personnelle encadrés	-	2	-		-	1	1		-	2	-	
Educ. physique et sportive	2	-	-		2	-	-		2	-	-	
<b>TOTAL</b>	<b>22 (a)</b>	<b>5</b>	<b>3 (a)</b>		<b>18</b>	<b>5</b>	<b>3</b>		<b>19 (e)</b>	<b>9,5</b>	<b>4,5 (d)</b>	
Langue vivante étrangère II (facultative)	2	-	-		2	-	-		2	-	-	

a) Plus 1 heure de cours et 1 heure de travaux pratiques pour les étudiants de la classe de "mathématique, physique et sciences de l'ingénieur" suivant l'option "sciences de l'ingénieur" (module optionnel)

b) Non applicable aux étudiants de la classe de "mathématique, physique et sciences de l'ingénieur" suivant l'option informatique.

c) Plus 1 heure de cours et 1 heure de travaux dirigés pour les étudiants de la classe de "mathématique, physique et sciences de l'ingénieur" suivant l'option informatique.

d) Plus 2 heures de travaux pratiques en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> période pour les étudiants issus du baccalauréat général série scientifique n'ayant pas choisi en épreuve obligatoire la technologie industrielle.

e) Plus 1 heure de cours pour les étudiants de la classe de "physique, technologie et sciences de l'ingénieur" suivant l'option "sciences de l'ingénieur" (module optionnel)

Arrêté du 10 février 1995. BO n° 1 du 20 juillet 1995, p. 110. Fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense. (p. 112).

## 12.16.2 Horaires des classes préparatoires en 2<sup>e</sup> année

Disciplines	Classes														
	mathématique et physique				physique et chimie				physique et sciences de l'ingénieur				physique et technologie		
	cours	TD	TP	cours	TD	TP	cours	TD	TP	cours	TD	TP	cours	TD	TP
Mathématiques	10	2	-	6	3	-	7	3	-	6	3	-	6	3	-
Physique	5	1	1	5,5	1	2	5,5	1	1	3	2	1	3	2	1
Chimie	1	-	1	3	0,5	2	1	0,5	1	1	-	1	1	-	1
Sciences industrielles	1 (a)	1(a)	-	-	-	-	1	1	2	2	3,5	2,5	2	3,5	2,5
Informatique	1 heure d'enseignement incluse dans les horaires des disciplines scientifiques et technologiques (b).														
Français, philosophie	2,	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Langue vivante étrangère I	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Travaux d'initiative personnelle encadrés	-	2	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
Education physique et sportive	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Total	23 (b)	6 (b)	2	20,5	5,5	5	20,5	6,5	5	18	9,5	5,5	18	9,5	5,5
Langue vivante étrangère II (facultative)	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-

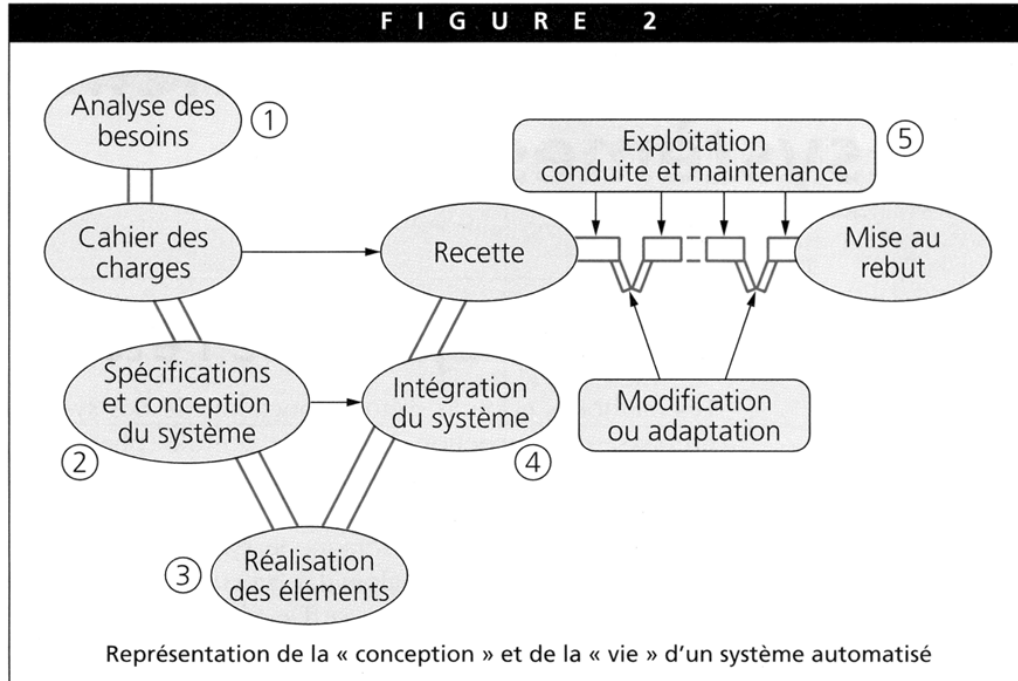
a) Non applicable aux étudiants de la classe de "mathématique et physique" suivant l'option informatique.

b) Plus 1 heure de cours et 1 heure de travaux dirigés pour les étudiants de la classe de "mathématique et physique" suivant l'option informatique.

Arrêté du 10 février 1995. BO n° 1 du 20 juillet 1995, p. 110. Fixant l'organisation générale des études et les horaires des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles, accessibles aux titulaires d'un baccalauréat ou d'un titre admis en équivalence ou d'une dispense. (p. 113).

## 12.17 Cycle de vie d'un système ou d'un produit

Afin de mieux cerner les liens qui existent entre un système, son environnement et les différents intervenants sur ce système, il est classique de représenter la vie d'un système sous la forme d'un V (vé) ou plus précisément d'une racine carrée.



Les quatre premières phases correspondent à la création du système, elles se terminent par la recette, c'est-à-dire la réception finale du système terminé et prêt à fonctionner. Pendant ces quatre phases le système est postulé :

- 1) **Analyse du besoin et cahier des charges** : c'est la phase qui justifie la création d'un système et qui définit ce que devra faire ce système pour répondre à la raison qui a justifié son existence.
- 2) **Spécifications et conception du système** : c'est la phase qui permet de définir précisément ce que doit être le système, d'en choisir tous les composants et la manière dont ils seront reliés.
- 3) **Réalisation des éléments** : au cours de cette phase de passage à la réalité, l'ensemble des constituants matériels : pièces mécaniques, moteurs, cartes électroniques, écrans de visualisation, etc. et immatériels : programmes informatiques, logiciels, etc. sont réunis en vue de l'assemblage.
- 4) **Intégration du système** : c'est la phase de montage, d'assemblage de composants matériels et immatériels, le terme intégration montre à quel point les interrelations sont étroites et multiples.

La dernière phase correspond en fait à la vie réelle du système en fonctionnement depuis la recette jusqu'à la mise au rebut finale. Pendant cette phase, le système est existant :

- 5) **Exploitation, conduite et maintenance** : c'est la phase de rentabilité du système, elle peut être entrecoupée de phases de modification, adaptation et amélioration du système que l'on présente sous forme de petits V (vé).

## **12.18 Liste des membres du groupe d'élaboration du guide d'équipement des classes de CPGE PTSI**

**Inspecteur général de l'éducation nationale groupe des sciences et techniques industrielles :**

Alain ROYNETTE

**Professeur d'école nationale d'ingénieurs :**

Pierre ANDRÉ

**Directeur d'études d'école nationale d'ingénieurs :**

Pierre KOCH

**Professeur d'école normale supérieure :**

Jean Marie VIRELY

**Professeurs :**

Claude BARLIER

Pierre BERTHET

René BONCOMPAIN

Gérard COLOMBARI

Christian CROGUENNEC

Jacques GIRAUD

Bernard LACAGE

Denis MARCY

Christian MERLAUD

Michel NEUDER

Marc OUZIAUX

**Chef de travaux :**

Daniel PRIEST

**Responsable de la section technique - DLC C3 :**

Bernadette ENGERRAND

**Ingénieur de recherche - section technique DLC C3 :**

Christian WALENTEK

MEN (1995). *Classes préparatoires scientifiques filières PTSI – PT. Guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles.* Ministère de l'Éducation nationale.



## 12.19 Propositions d'organisation de l'enseignement des sciences industrielles, CPGE PTSI

Guide d'équipement pour l'enseignement des Sciences Industrielles Classes Préparatoires Scientifiques - Filière P.T.S.I.-P.T.		
<b>3. Proposition d'organisation de l'enseignement des sciences industrielles en classe de P.T.S.I</b>		
<b>1<sup>ère</sup> année PTSI : 30 semaines et 28 TP de 2,5 heures chacun</b>		
<b>Etude des systèmes, Communication technique, Construction mécanique</b> 13 TP	<b>Mécanique</b>  8 TP	<b>Automatique</b>  7 TP
<b>Etude des systèmes : 2 TP</b> - structure générale - constituants des chaînes fonctionnelles  <b>Communication technique : 2 TP</b> - dessin technique - schématisation  <b>Construction mécanique : 9 TP</b> . matériaux - 1 TP . procédés de fabrication - 4 TP - préformes - pièces de révolution - formes axiales - formes prismatiques . étude des liaisons - 4 TP - mobilités principales et mobilités secondaires - résistance aux mouvements - montage - réglage - démontage - cotation fonctionnelle et métrologie	<b>Cinématique : 5 TP</b>  - paramétrage géométrique - déplacements et petits déplacements - mouvements plans - mouvements 3D - mouvement hélicoïdal     <b>Statique : 3 TP</b>  - problèmes plans - problèmes 3D - résistances aux mouvements	<b>S.L.C.I. : 4 TP</b>  - analyse informationnelle d'une chaîne - construction d'un schéma fonctionnel - construction et validation d'un modèle fonctionnel - mesure des paramètres et analyse de leur influence sur les performances  <b>Séquentiel : 2 TP</b>  - décrire globalement le fonctionnement normal d'un système - étude de tout ou partie d'un élément de la commande  <b>Logique : 1 TP</b>  - analyse et conception d'un réseau logique câblé ou programmé
Centre d'intérêt 1 : ETUDE DES SYSTEMES Centre d'intérêt 2 : CINEMATIQUE DU SOLIDE Centre d'intérêt 3 : ETUDE DES SYSTEMES LINEAIRES CONTINUS ET INVARIANTS Centre d'intérêt 4 : COMMUNICATION TECHNIQUE  Centre d'intérêt 5 : STATIQUE Centre d'intérêt 6 A : ETUDE DES MATERIAUX Centre d'intérêt 6 B : ETUDE DES PROCEDES DE FABRICATION MECANIQUE Centre d'intérêt 6 C : ETUDE DES LIAISONS MECANQUES Centre d'intérêt 6 D : OUTILS DE LA COMMUNICATION TECHNIQUE Centre d'intérêt 6 E : ANALYSE DE PRODUITS Centre d'intérêt 7 : ETUDE DES SYSTEMES DISCRETS Centre d'intérêt 8 : ETUDE DES CHAINES FONCTIONNELLES		
Ministère de l'Éducation Nationale		page 27

MEN (1995). *Classes préparatoires scientifiques filières PTSI – PT. Guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles.* Ministère de l'Éducation nationale. (p. 27).

## 12.20 Exemple de fiche descriptive de support de travaux pratiques en sciences industrielles, CPGE PTSI (extrait)

Guide d'équipement pour l'enseignement des Sciences Industrielles  
Classes Préparatoires Scientifiques - Filière P.T.S.I.-P.T.

### 2. Fiches descriptives des supports de travaux pratiques

■ Support dédié

**Maquette bivalente de suspension arrière de moto**

**1. DOMAINE D'APPARTENANCE :** Motocycle  
**2. MISE EN RELATION DES CENTRES D'INTERET ET DES TRAVAUX PRATIQUES FOURNIS :**

Centres d'intérêt concernés	Nombre de T.P fournis	
	P.T.S.I.	P.T.
CI2 - Cinématique du solide	3	
CI3 - Etude des systèmes linéaires continus et invariants	2	
CI5 - Statique	2	
CI8 - Etude des chaînes fonctionnelles	1	
CI1 - Dynamique des solides		2

**3. CARACTERISTIQUES :**

**. Désignation :**  
 La maquette de suspension arrière de moto est un ensemble mécanique illustrant les fonctions confort et tenue de route. Elle est proposée suivant deux configurations : système monobras ou système articulé (brevet Paralever BMW).

**. Configurations matérielle et logicielle :**  
 La maquette est constituée d'un ensemble quatre barres, roue, amortisseur et ressort reprenant la géométrie de la suspension à l'échelle 1, transformable en une suspension classique monobras. Elle permet les fonctionnalités suivantes :

- la réalisation de l'analyse structurelle de la suspension en identifiant les blocs fonctionnels principaux repérés, sur la maquette, au moyen de couleurs différentes,
- la définition du paramétrage géométrique par mesure des dimensions essentielles des pièces principales,
- la mesure des débattements et courses,
- le décodage des liaisons utilisées par démontage éventuel,
- la mesure comparative de la composante horizontale de l'accélération du centre de roue entre la suspension Paralever et celle monobras, en fonction de la vitesse de pompage,
- la simulation de la suspension sur le logiciel Mécaplan,
- la mesure de la vitesse relative piston-corps d'amortisseur en fonction de la vitesse de pompage,
- la mesure de la vitesse absolue du centre de roue,
- la mesure, en statique, de l'effort développé par le ressort,
- la mise en évidence de l'évolution temporelle de la suspension (du monobras au système articulé) liée à la diminution des effets néfastes du couple de cabrage,
- la mesure, en dynamique, de l'effort développé par l'ensemble ressort-amortisseur,
- la mesure, en dynamique, de la pseudo-période d'oscillation,
- l'étude des problèmes liés aux défauts de la chaussée (simulation), résonance mécanique,
- la construction des réponses indicielle et harmonique,
- la validation des caractéristiques des capteurs.

---

Ministère de l'Éducation NationalePage 47

MEN (1995). *Classes préparatoires scientifiques filières PTSI – PT. Guide d'équipement pour l'enseignement des sciences industrielles.* Ministère de l'Éducation nationale. (p. 47).

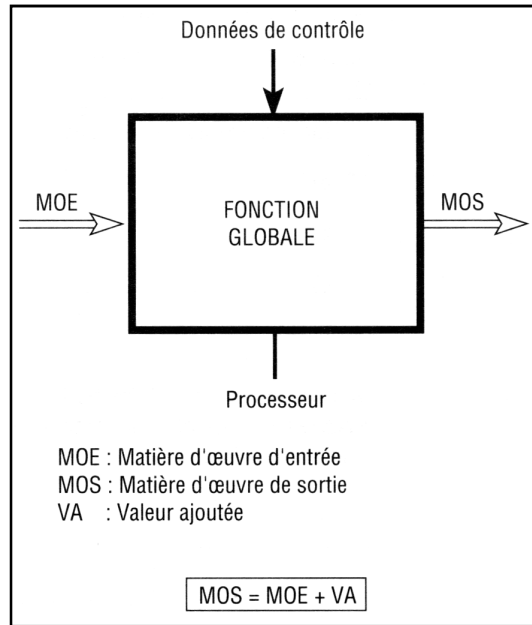
## 12.21 Représentation graphique d'un système par un simple rectangle et notion de valeur ajoutée

### 12.21.1 Casteilla 1994 (seconde TSA)

1.2. MATIÈRE D'ŒUVRE, VALEUR AJOUTÉE		
MATIÈRE D'ŒUVRE (MO)	Élément d'entrée sur lequel s'exercent les activités du système automatisé.	
VALEUR AJOUTÉE (VA)	Valeur supplémentaire apportée à la matière d'œuvre par l'activité du système. Elle constitue l'objectif de la fonction d'usage.	
Différentes formes de la matière d'œuvre	Exemples	Valeur ajoutée obtenue
<b>MATÉRIELLE</b>		Transformation des formes et des dimensions de la pièce.
<b>ÉNERGÉTIQUE</b>		Réduction de la pression de l'air.
<b>INFORMATIONNELLE</b>		Obtention d'une image visible à l'écran par l'opérateur.

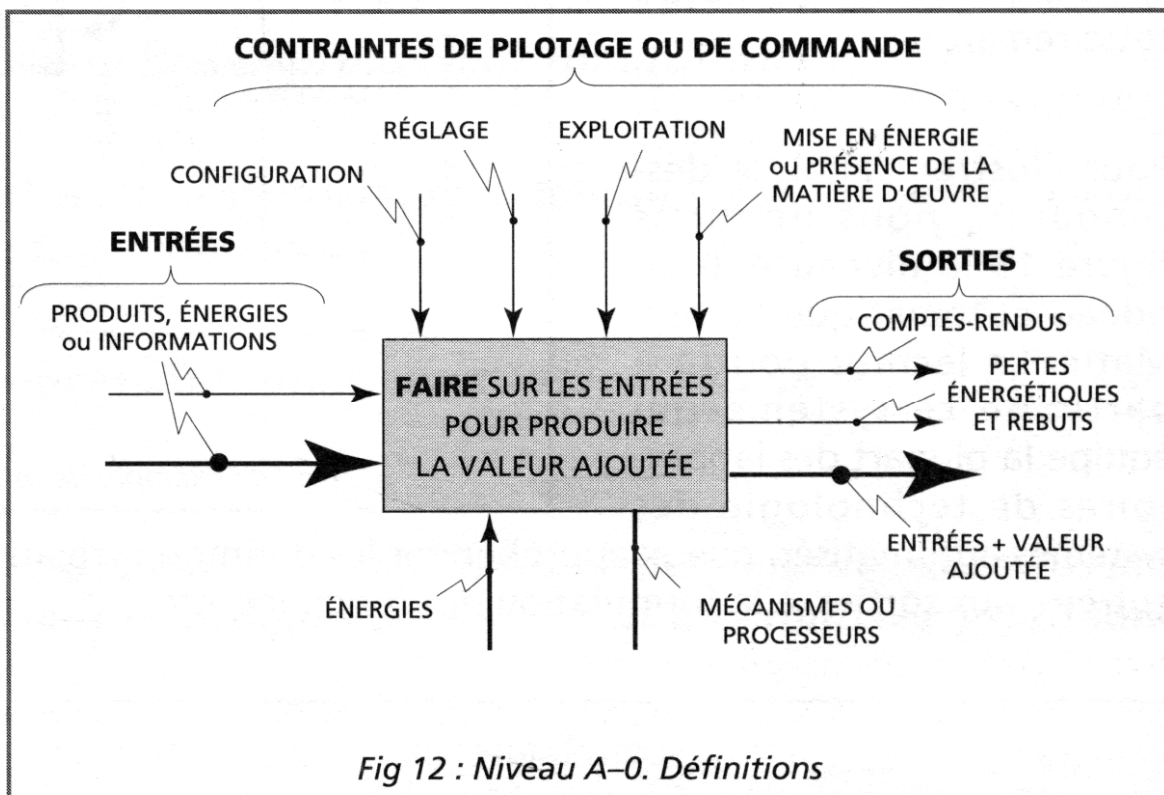
René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla. (p. 9).

### 12.21.2 Hachette Technique 1994 (seconde TSA)



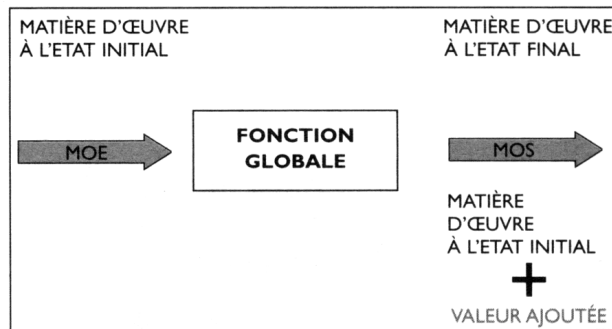
Gerey Maurice, Loison Hubert, Villet Dominique (1994). *Technologie des systèmes automatisés en seconde, TSA, TP*. Paris : Hachette Technique. (p. 17).

### 12.21.3 Foucher 1994 (1<sup>re</sup> et terminale S technologie industrielle)



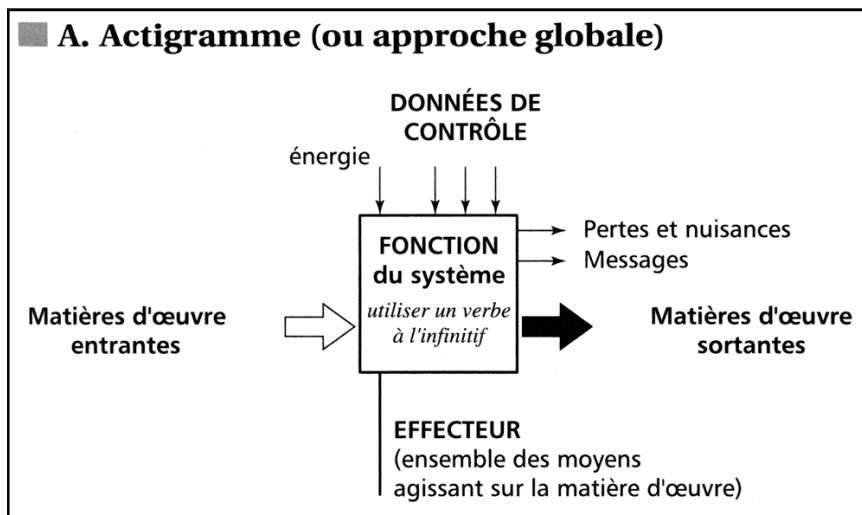
Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I*. Paris Foucher. (p. 19).

#### 12.21.4 Delagrave 1997 (seconde TSA)



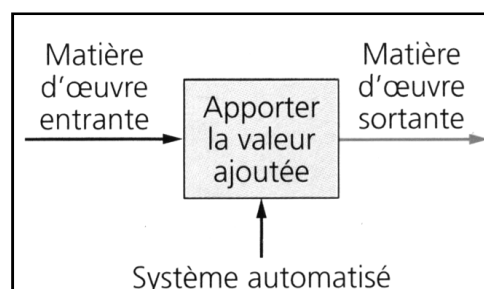
Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La Technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave. (p. 10).

#### 12.21.5 Casteilla 1996 (première année de Classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur)



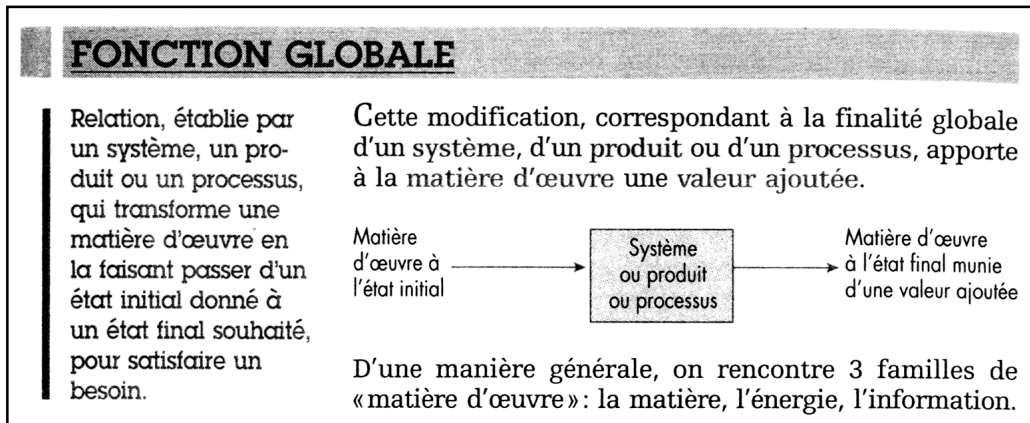
Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1996). *Sciences industrielles en Classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période*. Paris : Casteilla. (p. 3).

#### 6.7.1 Foucher 1997 (première année de classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur)



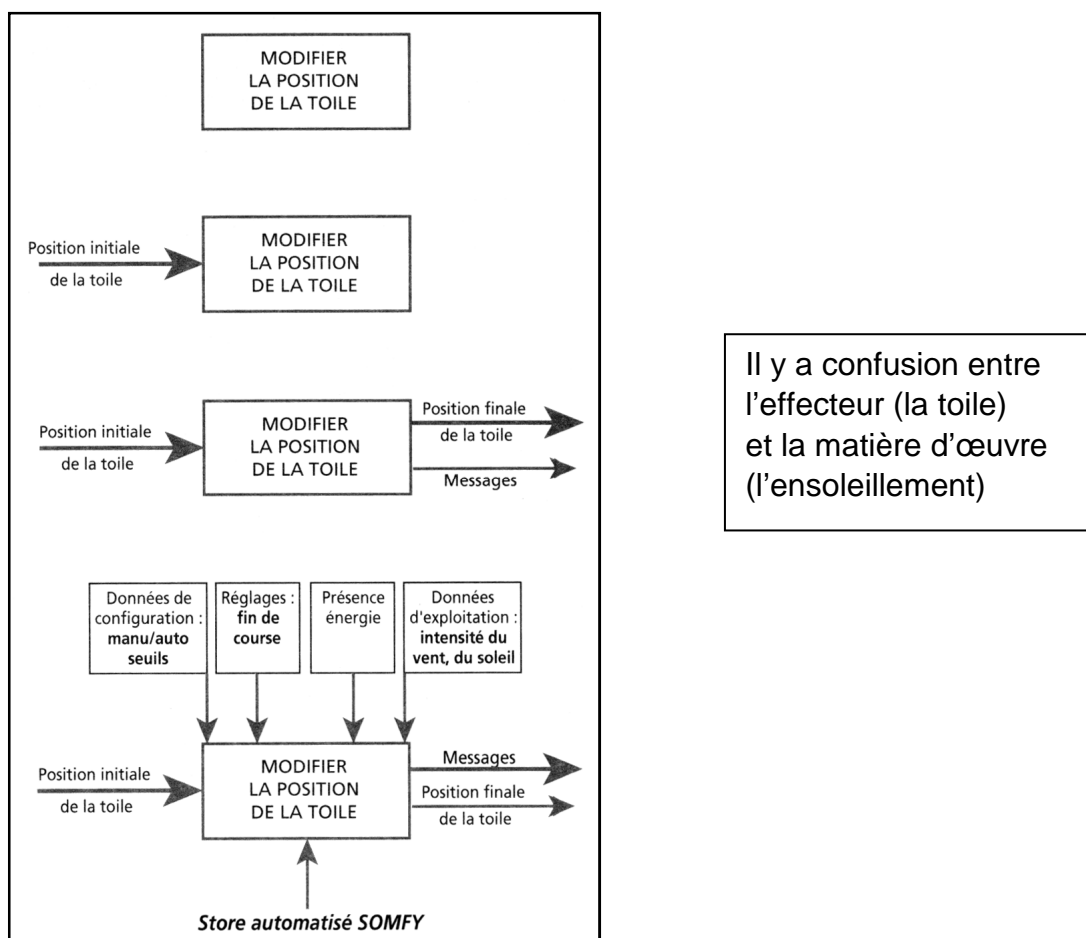
Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher. (p. 130).

## 12.22 Définition de la fonction globale et représentation graphique épurée



Rak Ignace, Gavet Dominique, Gau Serge, Teixido Christian, Favier Josette (1996). *Dictionnaire de Technologie industrielle : Conception, production, gestion, maintenance (concept et démarche)*. Paris : Foucher. (p. 193).

## 12.23 La faiblesse de la notion de fonction globale conduit à une analyse superficielle et à des résultats incorrects



Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher. (p. 33).

## 12.24 Exemple de document déposé chez un huissier par la société APTE (avec son aimable autorisation)



- utiliser l'électricité mais avec d'autres principes : fluorescence, décharge dans un gaz... ou incandescence mais avec d'autres types d'ampoules. Ainsi se découvrent d'autres voies technologiques possibles et on peut effectuer un contrôle de validité de la voie choisie. Est-elle d'avenir ou bien risque-t-elle de tomber rapidement en obsolescence ?

par exemple :

ça ne servirait à rien d'étudier la douille si le lustre, ou tout autre élément du système disparaît.

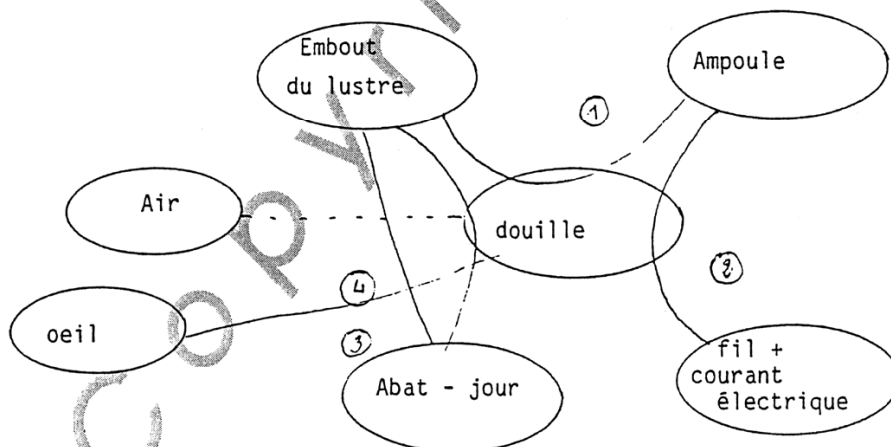
### 6 - RECHERCHE DU MILIEU EXTERIEUR D'UTILISATION

Nous recherchons les éléments du milieu extérieur en contact avec la douille lorsque le lustre est en service (contacts physiques ou non).

En outre, nous essaierons de savoir si chaque élément correspond à un besoin économique ou bien à une satisfaction augmentant la valeur d'échange.

<u>Élément</u>	<u>Besoin</u>	<u>Satisfaction</u>
Ampoule	X	
Fil électrique	X	
Courant électrique	X	
Abat-jour	X	
Embout du lustre	X	
Air		X
Vue		X

### 7 - MISE EN EVIDENCE DES FONCTIONS




Document Propriété APTE

Reproduction interdite (loi du 11 Mars 1957)

Extrait d'un dossier déposé par APTE® chez un huissier en 1984

## 12.25 Vingt-deux outils d'usage général ou dédiés à la démarche de conception utilisés dans l'industrie

<b>OÙ TROUVER LES OUTILS ?</b>						
<b>Leurs repères dans la partie 0 et leurs pages</b>		<b>Leurs utilisations dans la partie A</b>				
		niveau 1		niveau 2		
<b>OUTILS D'USAGE GÉNÉRAL</b>		A1...	A2...	A3...	A4...	A5...
<b>O1</b>	Le diagramme causes-effet ..... 88	1, 3				
<b>2</b>	Le diagramme de Pareto ..... 90	1	4	2		2
<b>3</b>	Les arbres ..... 92	1, 2	1	1	1, 2	2, 3
<b>4</b>	Les aides à la créativité ..... 94				1, 2, 3	
<b>5</b>	Le brainstorming ..... 98	1, 2, 3	1, 2		1	
<b>6</b>	La comptabilité des coûts prévisionnels . 100	3	3, 4, 5	1, 2	2	2
<b>7</b>	Les schémas ..... 104	1, 2	1, 3, 5	1, 2, 3	1, 3	1, 2
<b>OUTILS "DÉDIÉS" À LA DÉMARCHÉ DE CONCEPTION</b>						
<b>O8</b>	L'aide à l'expression du besoin ..... 106	2				
<b>9</b>	Le contrôle de validité ..... 108	3	2		2	
<b>10</b>	Le graphe d'interactions ..... 110		1, 2			
<b>11</b>	Le tableau de caractérisation des FS ..... 112		3			
<b>12</b>	Le tableau de hiérarchisation des FS .... 114		4	2		
<b>13</b>	Le tableau de répartition des coûts/FS . 116		4	1, 2		2
<b>14</b>	Le FAST de description ..... 118			1		2
<b>15</b>	Le FAST de créativité ..... 120				1, 2	
<b>16</b>	Le bloc-diagramme ..... 124			3		2, 3
<b>17</b>	Le bloc-diagramme idéal ..... 128				1	
<b>18</b>	Le tableau d'analyse fonctionnelle ..... 130			3		2, 3
<b>19</b>	Le tableau de décision ..... 135				2	
<b>20</b>	La séquence de flux bouclé ..... 138				1	
<b>21</b>	L'AMDE ..... 140					3
<b>22</b>	L'AMDEC ..... 142					3

**Remarque**  
La liste ci-dessus est loin d'être exhaustive; de nombreux outils usuels tels que courbes, graphiques, abaques... ou spécialisés tels que GRAFCET, PERT, ... peuvent être utilisés en démarche de conception.

Teixido Christian, Dardy Francis (1993). *La compétitivité industrielle. 1, Démarche de conception. Bac, BTS-DUT industriels, Écoles d'ingénieurs, formation continue. Préface de Laurent Jourdan Inspecteur général de l'Éducation nationale. Préface de Michel Janneteau, co-auteur de la méthode APTE®.* Paris : Foucher.



## 12.26 Méthodes d'analyse fonctionnelle

1- Principales méthodes d'analyse fonctionnelle de systèmes (1)						
Méthode	Source	Phase privilégiée	Objectifs	Formalisme de représentation	Domaine d'application privilégié	Logiciel ?
Diagramme blocs	Miller USA-1962	Conception	Description et compréhension de système existant selon des points de vue structural et fonctionnel	Boîtes (sous-systèmes) Flèches (entrées/sorties et interactions entre sous-systèmes)	Système socio-technique ou technique	Non
Graphe de fluence	Sinclair RU-1965	Conception Exploitation	Identification des variables, de leurs rôles et de leurs interactions Identification des interfaces.	Cercles (variables) Flèches (relations entre variab.) Tableau de corrélation	Processus continu et discontinu	Non
SADT*	Ross USA-1977	Conception Exploitation	Identification de toutes les fonctions du système et de leurs supports	Boîtes (fonctions ou données) Flèches (entrées, sorties, supports et ressources)	Système informatique ou d'organisation	Oui (Spécif)
Arbre fonctionnel (A.F.)	Barbet F-1987	Conception	Traduction d'un besoin en terme de fonction. Optimisation des moyens associés aux fonctions	Arbre synthétique (fonctions, liaisons, performances, contraintes) séparant pourquoi et comment	Système mécanique ou électromécanique	Oui (Reliasép)
Merise	France	Conception Exploitation	Description formelle d'un système d'information	Organigramme comportant triangles (événements), rectangles (opérations), flèches (résultats)	Système d'information ou d'organisation	Oui
F.A.S.T.*	USA	Reconcept.	Aide à la reconception	Diagramme séparant fonctions de service, fonctions techniques et ressources	Système mécanique ou d'organisation	Non
A.P.T.E.*	France	Conception Exploitation	Identification des fonctions et procédures à assurer	Boîte "à cornes" Diagramme d'interacteurs Tableau d'analyse fonctionnelle	Système d'organisation	Oui (Afunc)
GRAF CET	France (1977)	Conception Exploitation	Modélisation du comportement d'un système logique	Etaipes (fonctions), réceptivités (événements), liaisons orientées	Système temps réel industriel	Oui

\* SADT = System Analysis Design Technique  
 F.A.S.T = Function Analysis System Technique  
 A.P.T.E = Application des techniques d'entreprise  
 GRAF CET = Graphe fonctionnel étape-transition

(1) Tableau d'après E. Fadier, "Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes", sous la direction de J. Leplat et G. de Terssac, Octarès Editions, 1990.

Merlaud Christian, Sourisse Claude, Morel Jean-Paul (1992). *La sûreté des machines et des installations automatisées*. APAVE. Télémeccanique. Paris : SADAVE et Pontoise : CITEF. (p. 94).

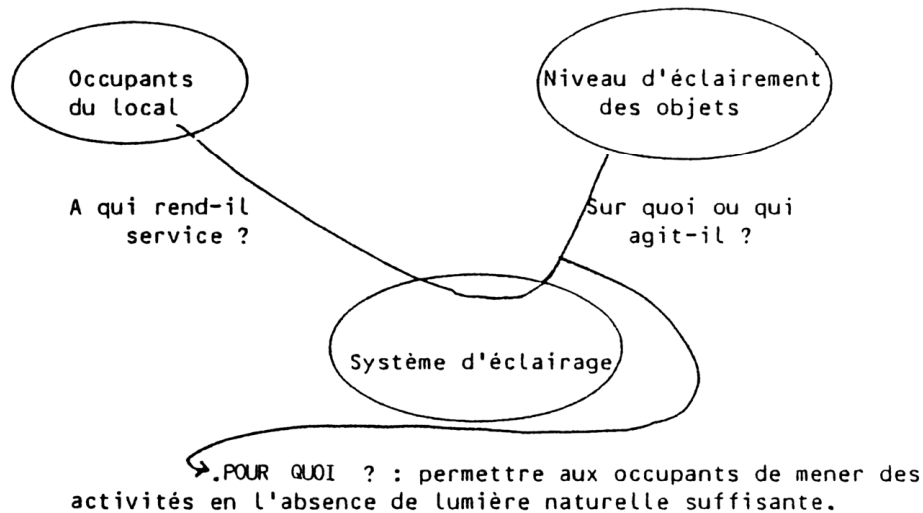
## 12.27 Expression fonctionnelle du besoin selon la méthode APTE, à l'aide d'une « bête à cornes »

### 12.27.1 Modèle de la bête à corne déposé par APTE® chez un huissier en 1984

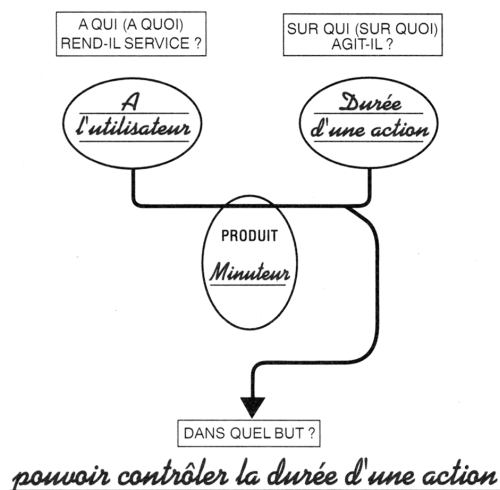
b) Recherche du but du système

Se poser trois questions :

- . A qui rend-il service ?
- . Sur qui ou quoi agit-il ?
- . Pourquoi mener cette action = but

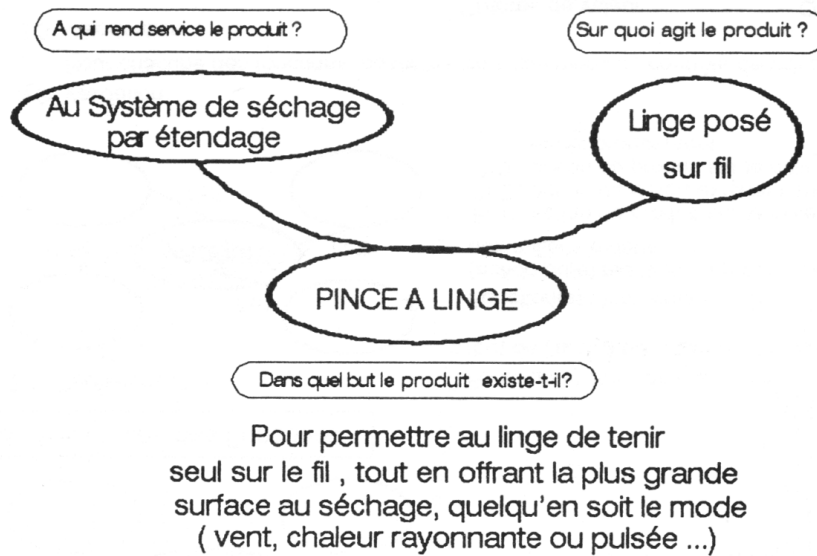


### 12.27.2 Un minuteur (collège)



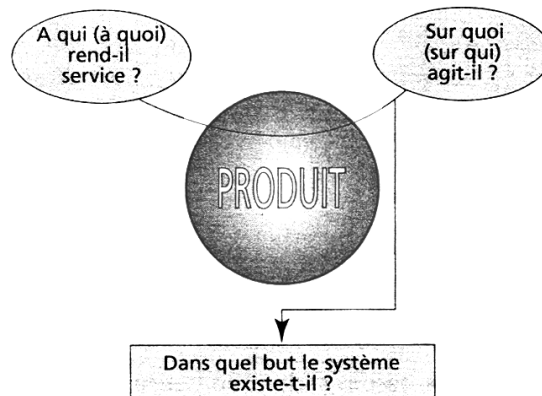
Fournigault Jean-Pierre, Rué Christian, Sol Monique (1991). *Un projet technique : un minuteur 2 - Corrigé - Technologie collège - 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> techno STI*. Paris : Foucher. (p. 27).

### 12.27.3 Une pince à linge (BTS CPI - conception des produits industriels)



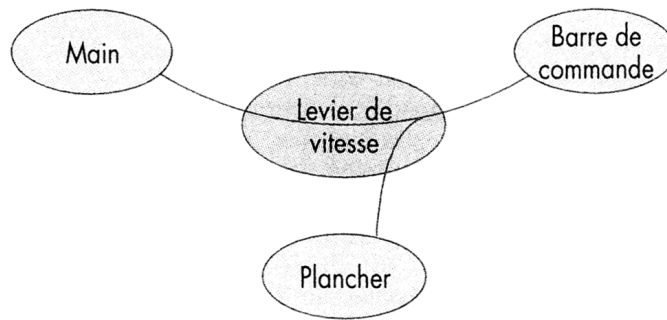
Mereau Jean-Pierre (1995). La pince à linge. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 66-75. (p. 67.)

### 12.27.4 Modèle général (baccalauréat scientifique technologie industrielle)



Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I.* Paris : Foucher. (p. 14).

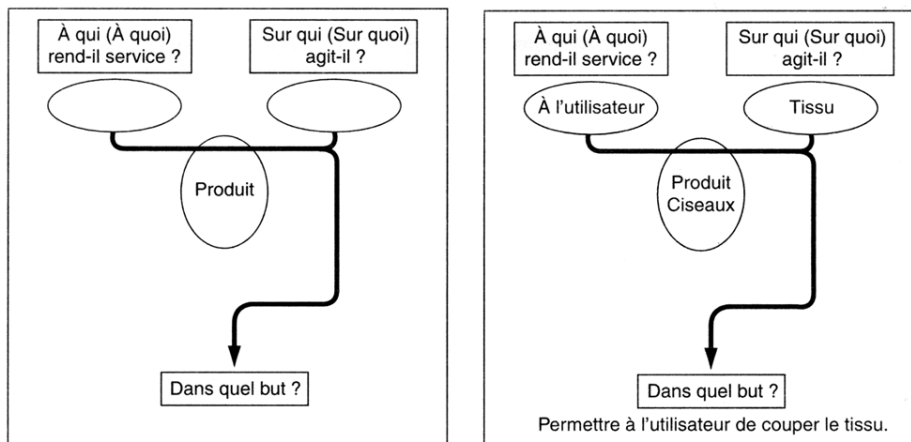
### 12.27.5 Un levier de vitesse tous niveaux (lycée et supérieur BTS, DUT, CPGE)



Permettre à la main de transmettre des mouvements à la barre de commande en prenant appui sur le plancher.

Rak Ignace, Gavet Dominique, Gau Serge, Teixido Christian, Favier Josette (1996). *Dictionnaire de Technologie industrielle : Conception, production, gestion, maintenance (concept et démarche)*. Paris : Foucher. (p. 194).

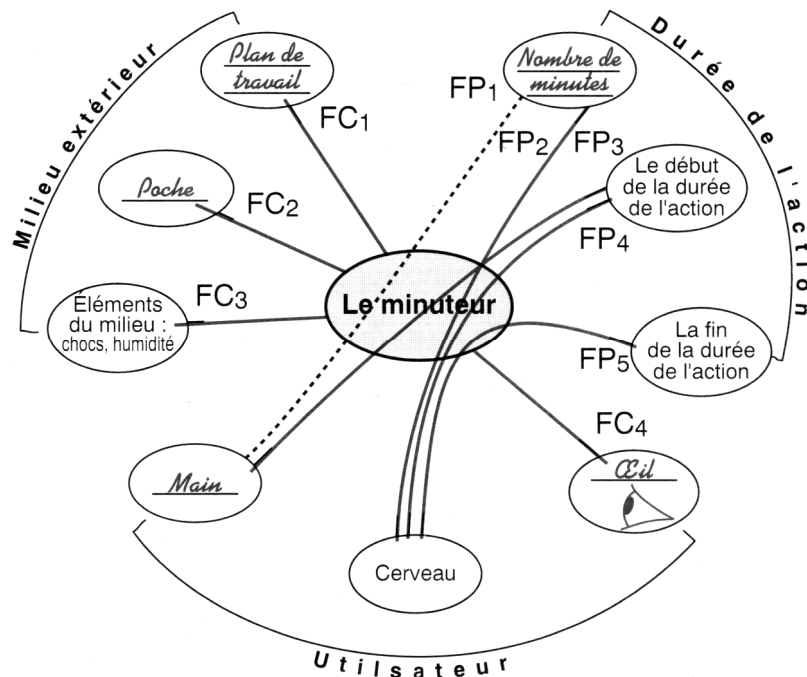
### 12.27.6 Une paire de ciseaux (baccalauréat technologique STI)



Barlier Claude, Bourgeois René, Virot Fernand (1997). *Construction mécanique industrielle – Data STI*. Paris : Foucher. (p. 30).

## 12.28 Diagramme « pieuvre » et « diagramme des interacteurs ».

### 12.28.1 Un minuteur (collège)

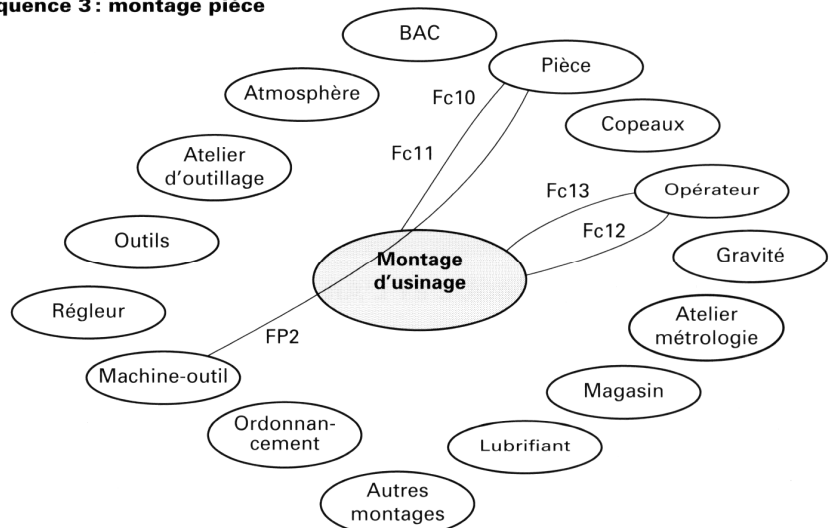


Fournigault Jean-Pierre, Rué Christian, Sol Monique (1991). *Un projet technique : un minuteur 2 - Corrigé - Technologie collège - 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> techno STI*. Paris : Foucher. (p. 27).

### 12.28.2 Montage d'usinage (BTS productique)

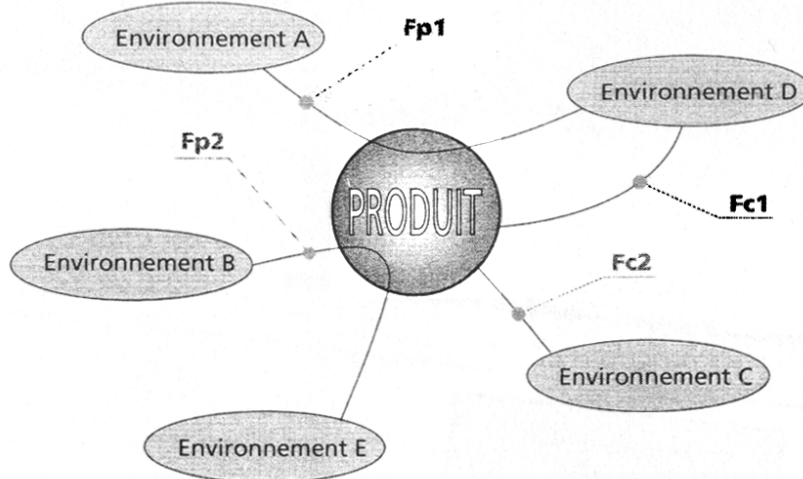
Figure 3. Analyse fonctionnelle - Séquence 3 : montage pièce

- FP2** : permet la mise en position et le maintien en position rapide de la pièce sur la machine.
- Fc11** : doit permettre le montage de la pièce.
- Fc13** : doit permettre une manipulation aisée par l'opérateur (ex. : poids maxi en perçage).
- Fc10** : doit permettre un prépositionnement de la pièce.
- Fc12** : doit permettre l'accès aux clés ou à l'opérateur.



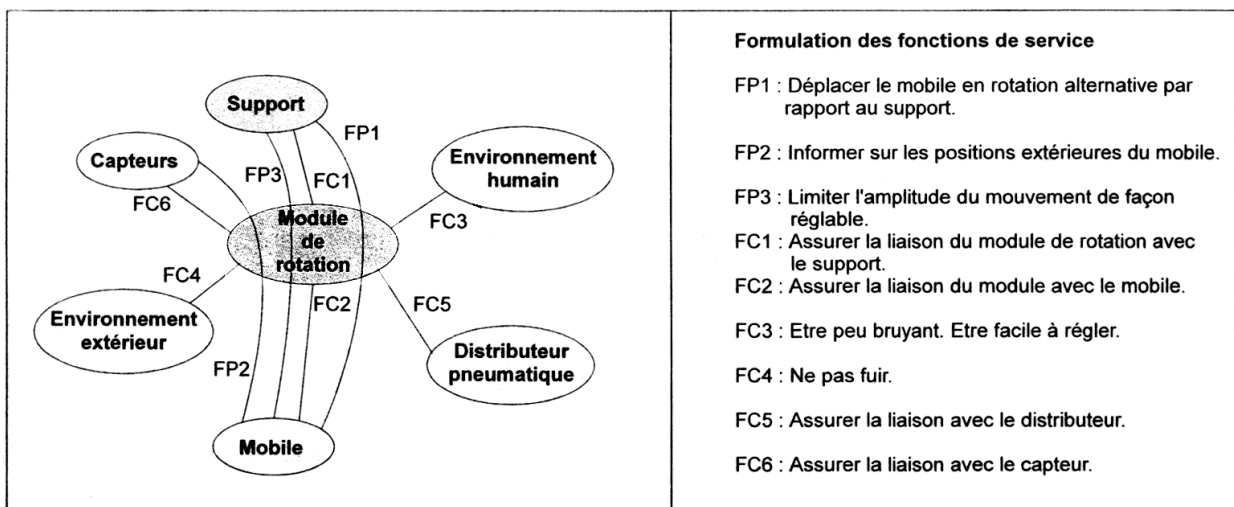
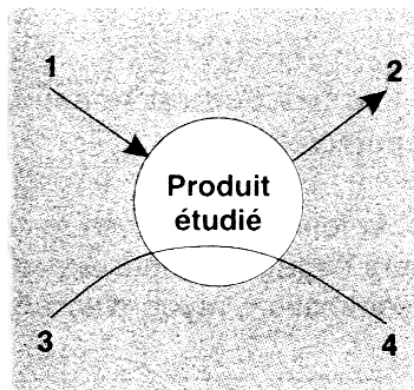
Gavet Dominique, Polizzi Marc (1995). L'Enseignement technique et l'analyse de la valeur. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 43-47. (p. 44)

### 12.28.3 Modèle d diagramme des interacteurs (Baccalauréat technologique STI)



Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I.* Paris Foucher. (p. 15).

### 12.28.4 Le modèle AFNOR et utilisation du diagramme des interacteurs (baccalauréat scientifique technologie industrielle)



Aublin Michel, Cahuzac René, Ferraz Jean-Pierre, Vernières Guy (1996). *Construction mécanique Premières Terminales STI.* Paris : Dunod. (p. 19 et 29).

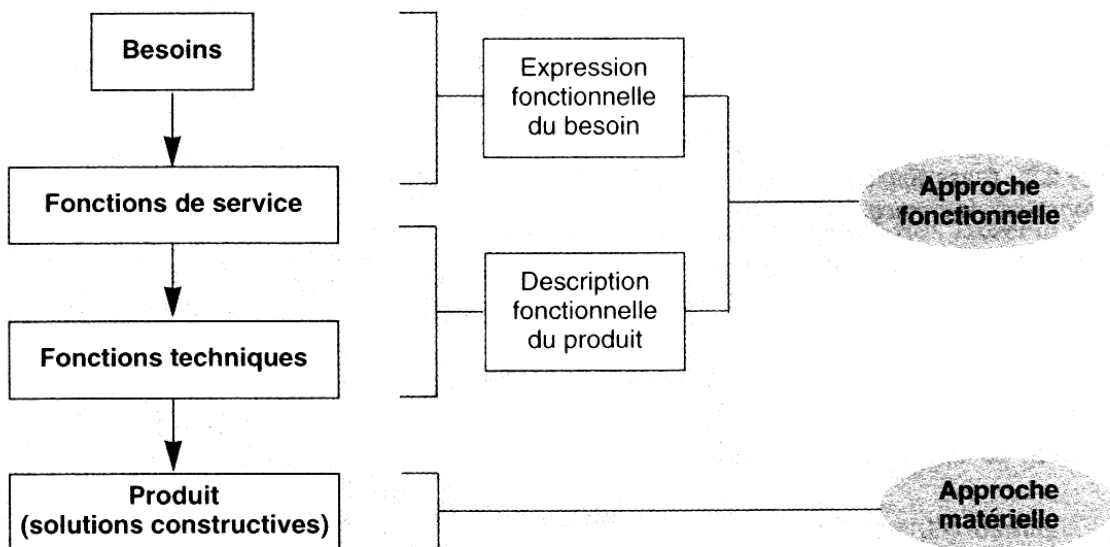
## 12.29L'analyse de la valeur au collège

	Activités	Outils	Objectifs - Instructions officielles
CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL	<b>ANALYSER LE BESOIN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Saisir le besoin Rechercher et analyser des informations : <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'environnement</li> <li>- la concurrence</li> <li>- le produit</li> </ul> </li> <li>● Énoncer et valider le besoin Exigence fondamentale Limites de l'étude Finalité du produit</li> </ul>	Outils marketing Enquête  « Bête à cornes »	Identifier le besoin à satisfaire. Réaliser une enquête simple. Définir la notion de marché. Rechercher et analyser des informations. Visualiser des informations. Identifier et utiliser des documents techniques, administratifs et commerciaux. Identifier et mettre en œuvre des techniques de communication. Identifier les étapes du processus de décision. Décider une action.
	<b>ÉTUDIER LA FAISABILITÉ</b> <b>ANALYSE FONCTIONNELLE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rechercher l'environnement</li> <li>● Énoncer les fonctions de service Choix des verbes d'action</li> <li>● Caractériser les fonctions Critère Niveau</li> </ul>	Remue-méninges (brainstorming) Interacteurs Schéma d'analyse « araignée boxeuse » Tableaux	Identifier les fonctions de service. Énumérer les principaux éléments d'un cahier des charges fonctionnel (CdCF).

Teixido Christian, Fournigaud J.-P., Jouanne J.-C. (1991). Exposé. In L'Enseignement technique et l'analyse de la valeur. Dossier. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 41, 3-13.

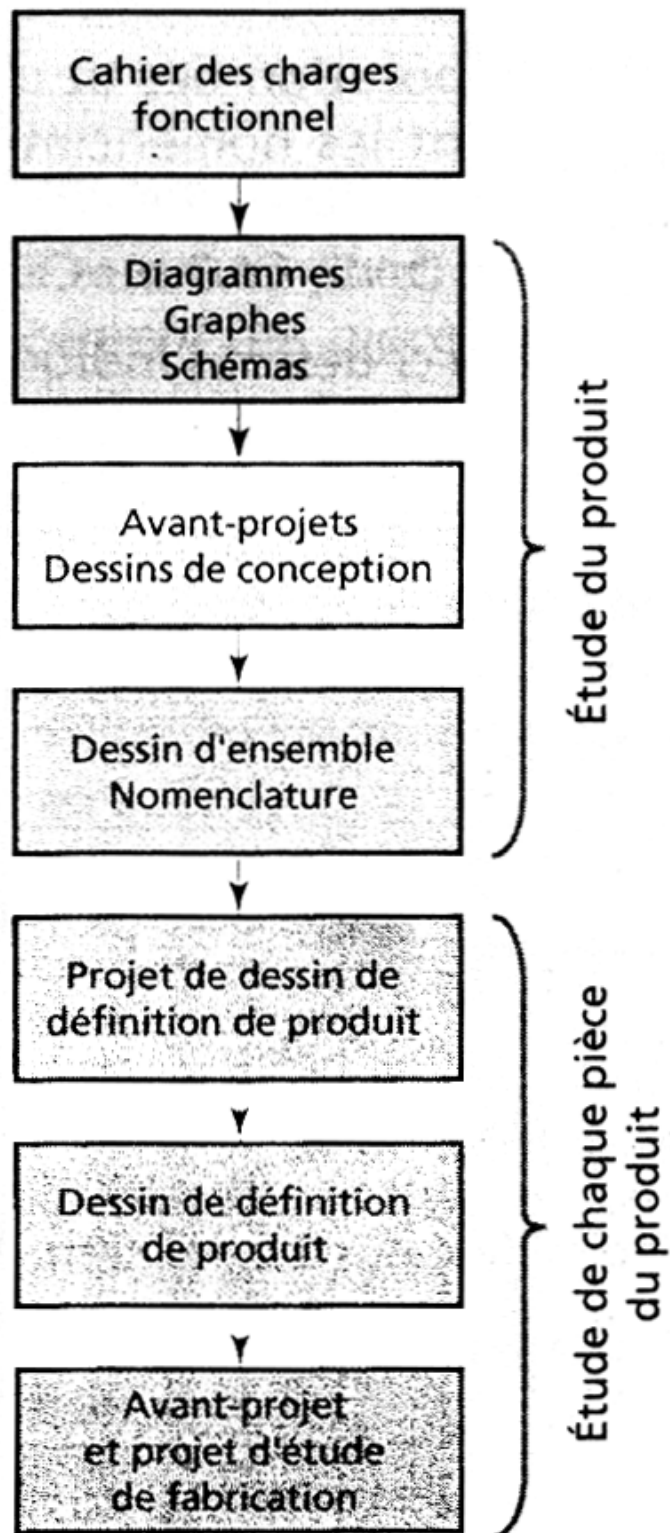
## 12.30Deux résumés succincts de la méthode de conception d'un produit

### 12.30.1 Résumé de la démarche AFNOR analyse fonctionnelle - analyse de la valeur (baccalauréat technologique STI)



Aublin Michel, Cahuzac René, Ferraz Jean-Pierre, Vernières Guy (1996). *Construction mécanique Premières Terminales STI*. Paris : Dunod. (p. 19).

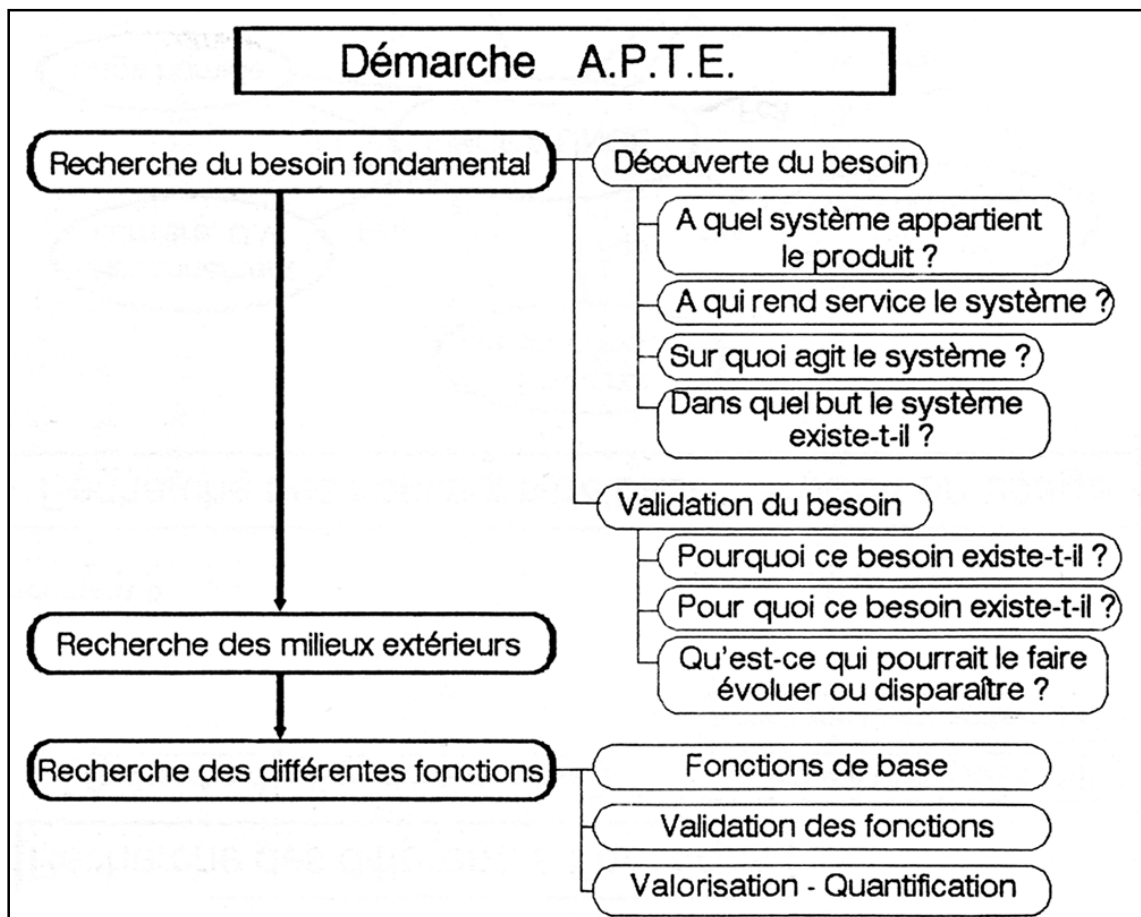
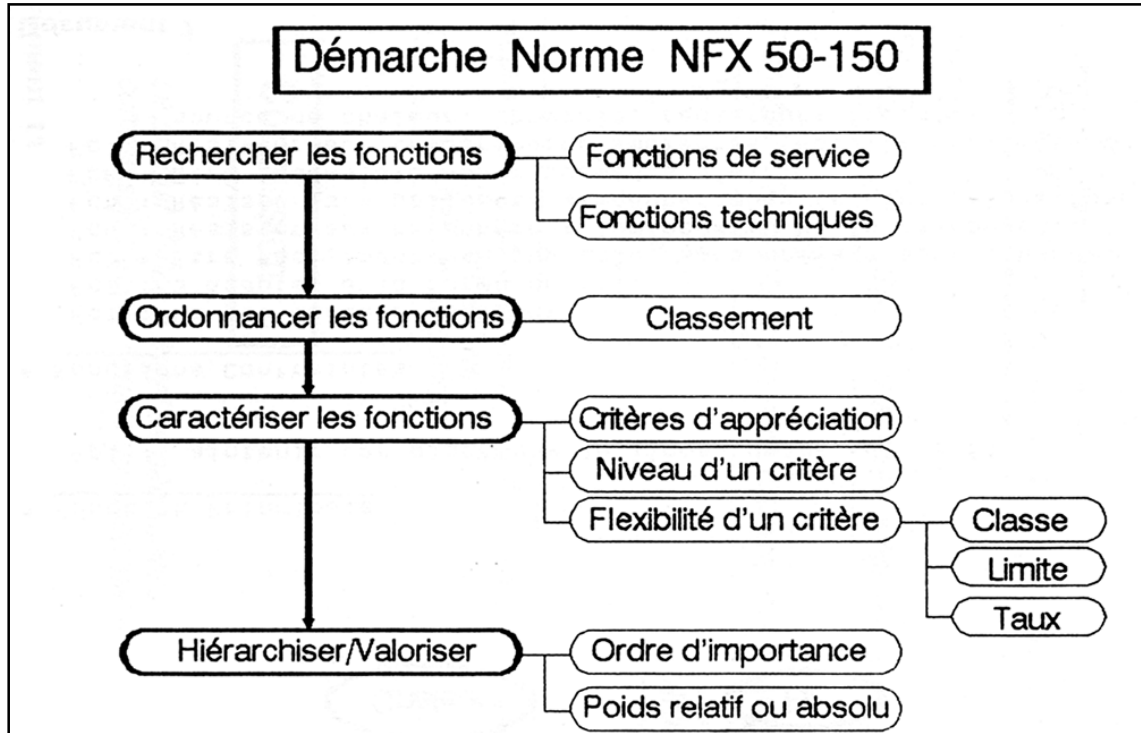
12.30.2 Un schéma très général (baccalauréat scientifique technologie industrielle)



Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I.* Paris Foucher. (p. 73).

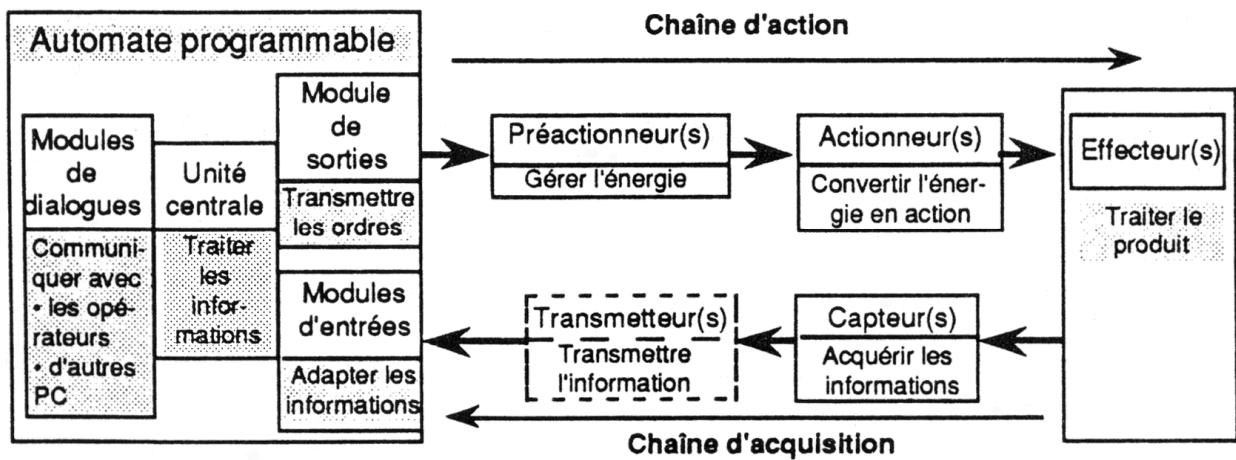


## 12.31 Comparaison des méthodes AFNOR et APTE



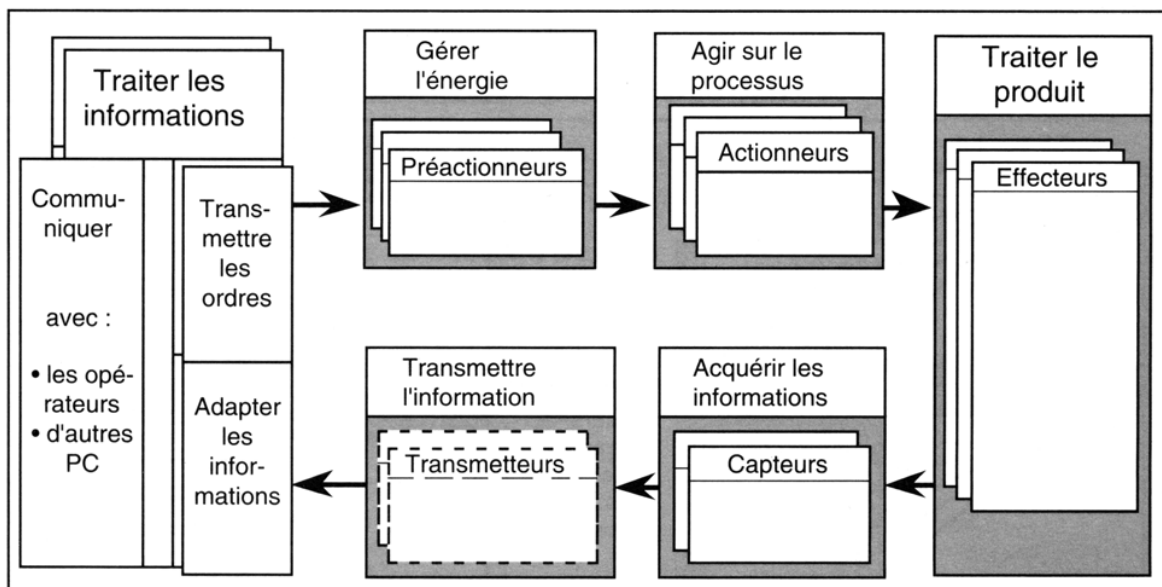
Mereau Jean-Pierre (1995). *La pince à linge. Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 66-75. (p. 67.)

**12.32 Représentation graphique d'une chaîne fonctionnelle, de ses constituants et des fonctions d'automatisme associées selon le programme de la seconde TSA (1992)**



Arrêté du 10 juillet 1992. BO HS du 24 septembre 1992, p. 3. Programme de technologie des systèmes automatisés (TSA) classe de seconde générale et technologique.

**12.33 Organisation d'une chaîne fonctionnelle selon une structuration en « fonctions de contrôle-commande » proposée par des industriels spécialisés dans les automatismes (Télémécanique).**

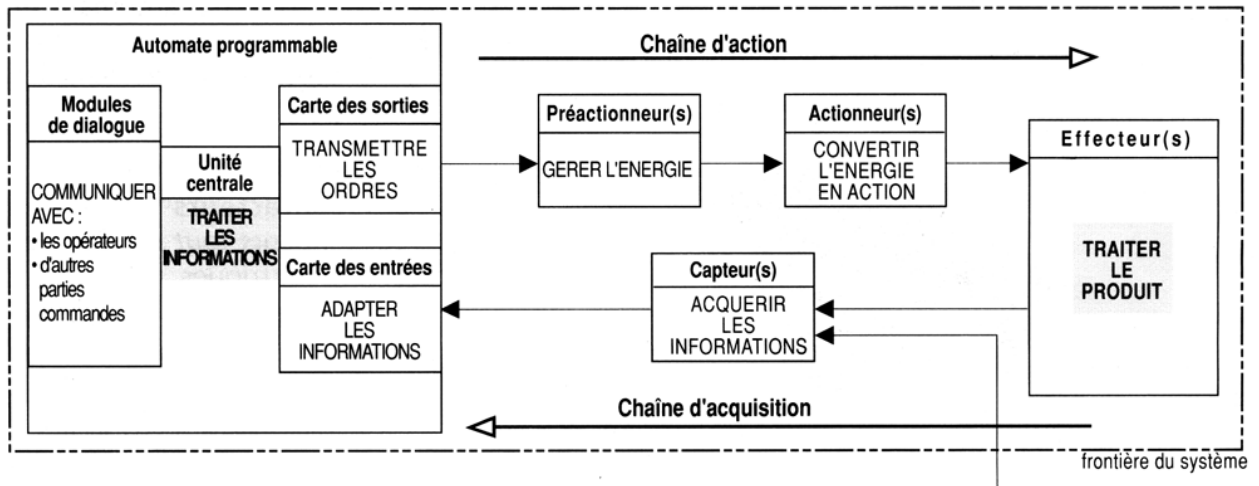


Structure fonctionnelle du niveau de commande locale d'une installation.

Merlaud Christian, Sourisse Claude, Morel Jean-Paul (1992). *La sûreté des machines et des installations automatisées*. APAVE. Télémécanique. Paris : SADAVE et Pontoise : CITEF. (p. 107).

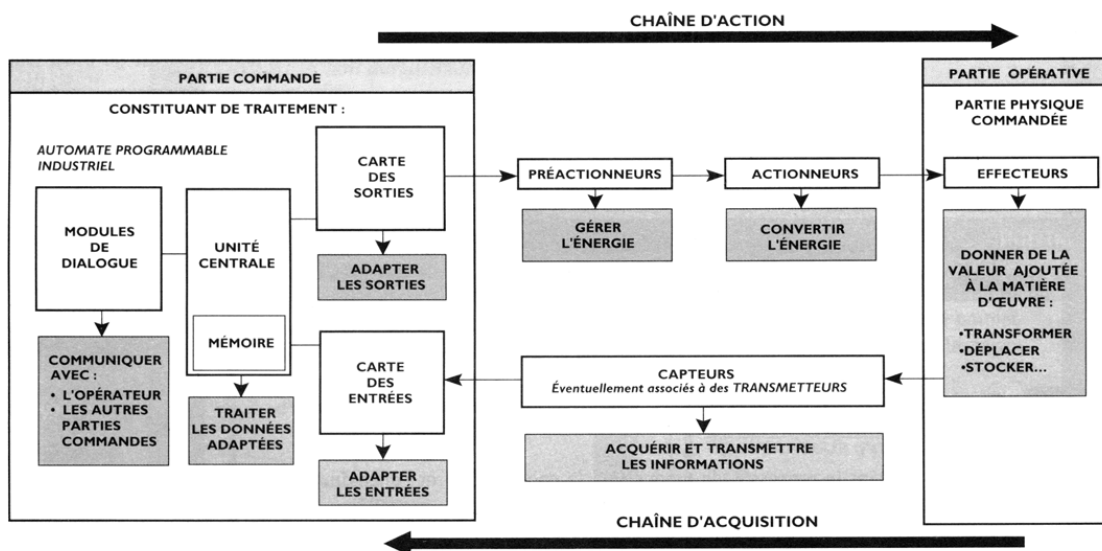
## 12.34 Utilisation du schéma d'une chaîne fonctionnelle à différents niveaux d'enseignement

### 12.34.1 Foucher 1993 (seconde TSA)



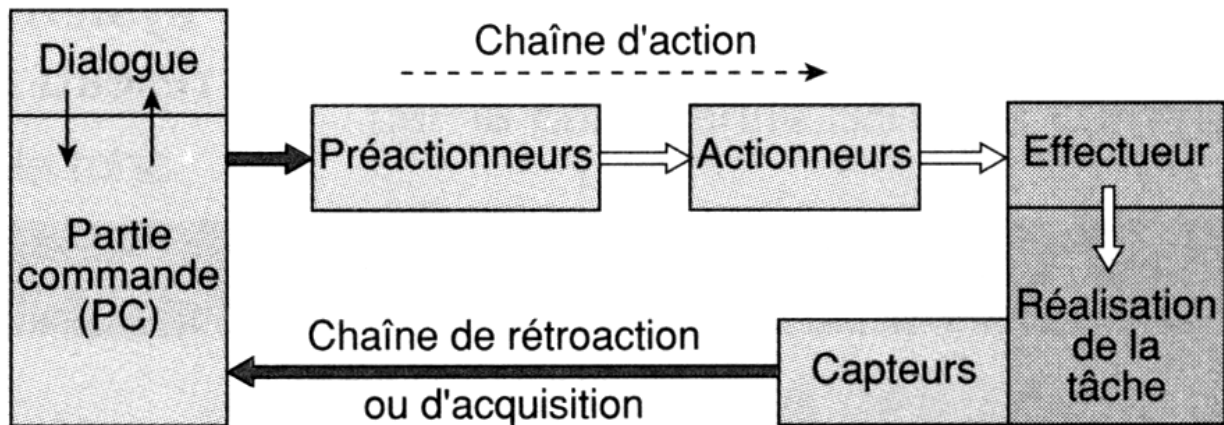
Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). TSA - *Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher. (p. 26).

### 12.34.2 Delagrave 1997 (seconde TSA)



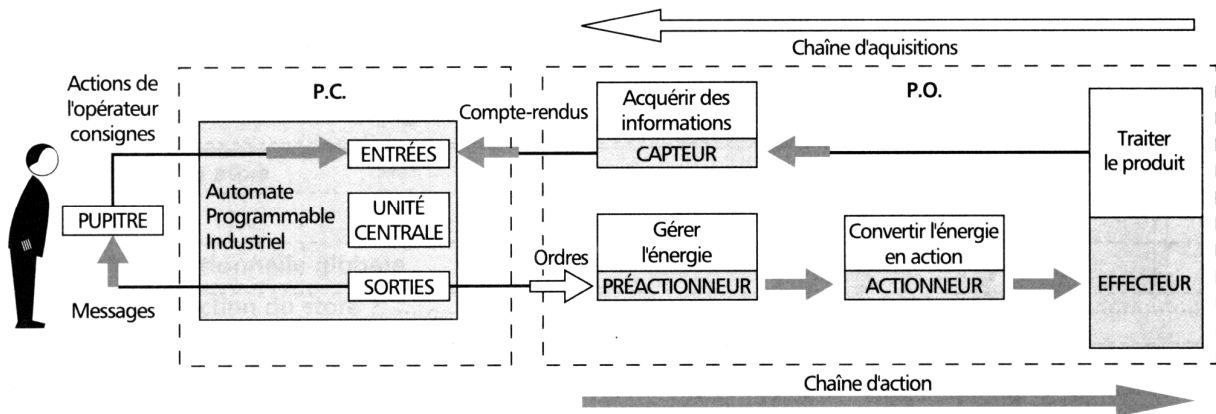
Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La Technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave. (p. 20).

### 12.34.3 Nathan Technique 1998 (baccalauréat technologique STI)



Ney Henri (1998). *Automatique & informatique industrielle. 1<sup>res</sup> et T<sup>erm</sup> STI. Industriel Science et technologies industrielles*. Paris : Nathan Technique. (p. 19).

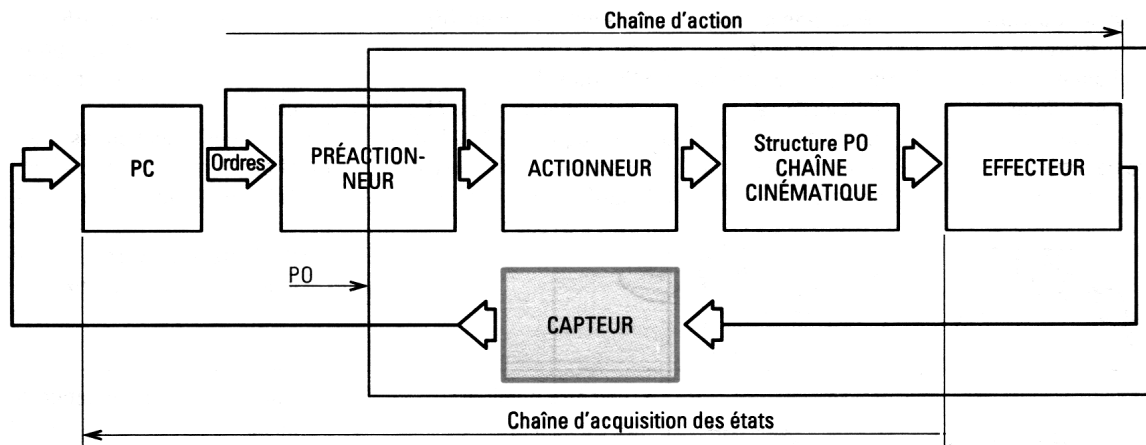
### 12.34.4 1996 Casteilla (classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieur)



Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1996). *Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période*. Paris : Casteilla. (p. 5).

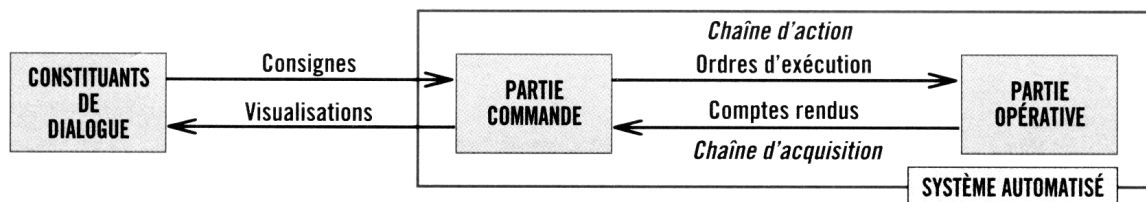
## 12.35 Lien entre chaîne fonctionnelle et parties opératives et commande

### 12.35.1 1996 Casteilla (seconde TSA)



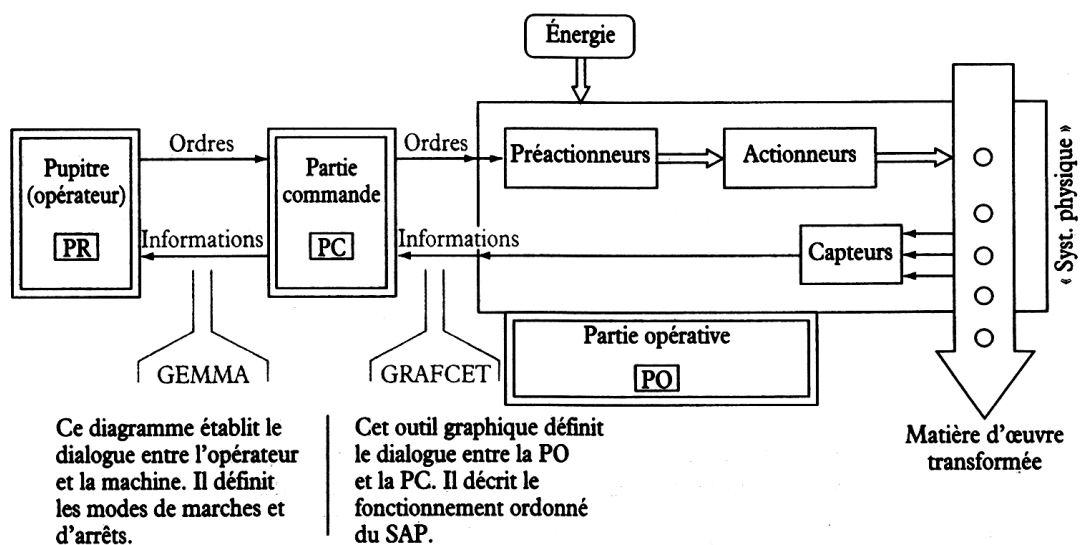
René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla. (p. 96).

### 12.35.2 Hachette 1998 (seconde TSA)



Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique. (p. 39).

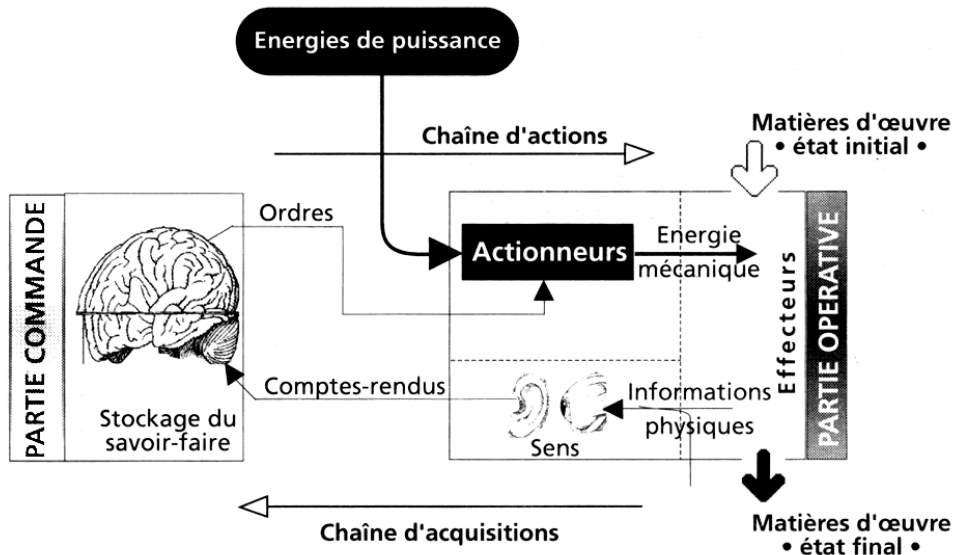
### 12.35.3 1996 Nathan (tous niveaux d'automatisme)



Bleux J.-M., Fanchon J.-L. (1996). *Génie mécanique Automatismes industriels*. Paris : Nathan. (p. 240).

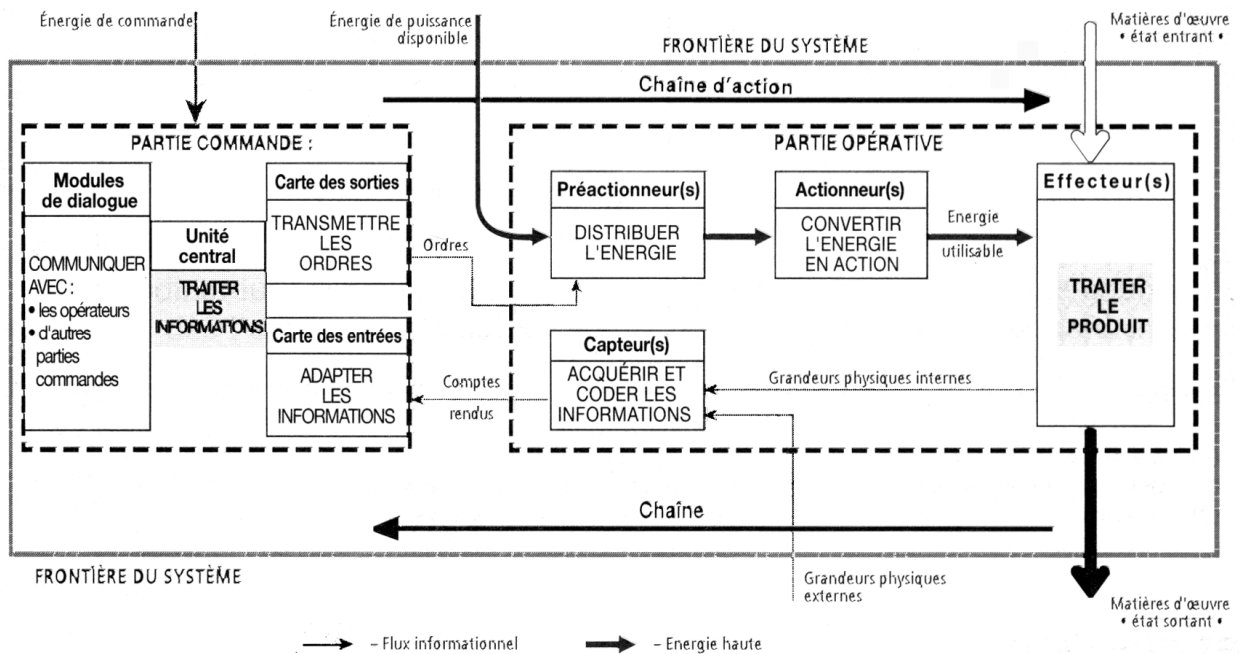
## 12.36 Un schéma qui n'est pas isolé du monde extérieur (Foucher seconde TSA)

### 12.36.1 Analogie avec le corps humain



Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1993). TSA - *Technologie des systèmes automatisés. Technologie industriel.* Paris : Foucher. (p. 28).

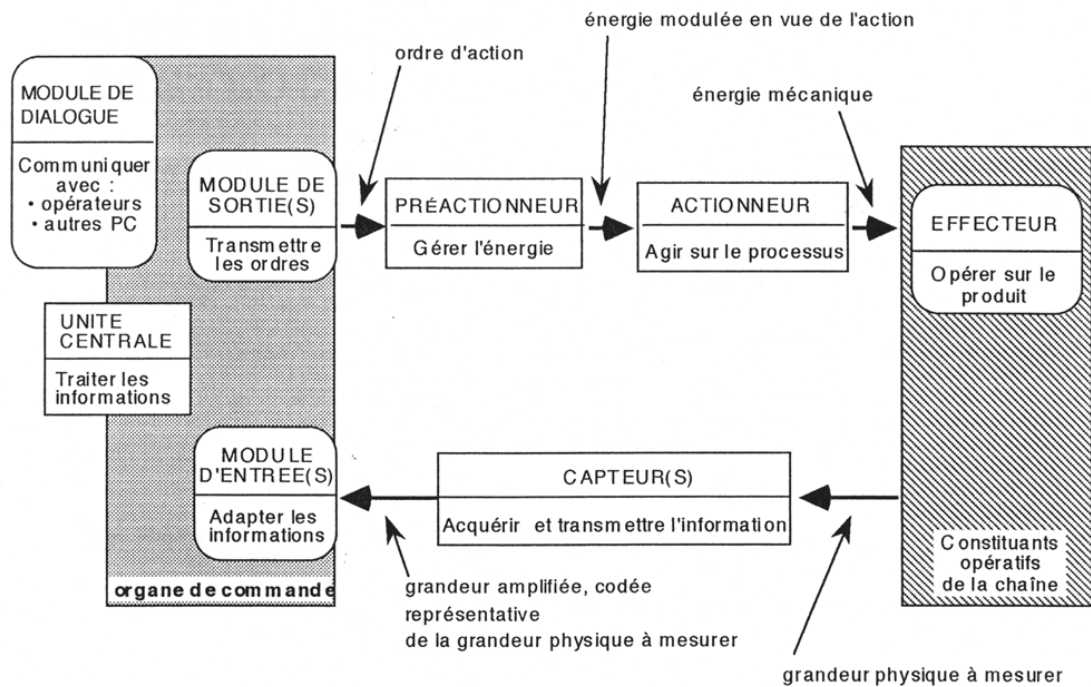
### 12.36.2 Un schéma presque complet possédant entrées et sorties



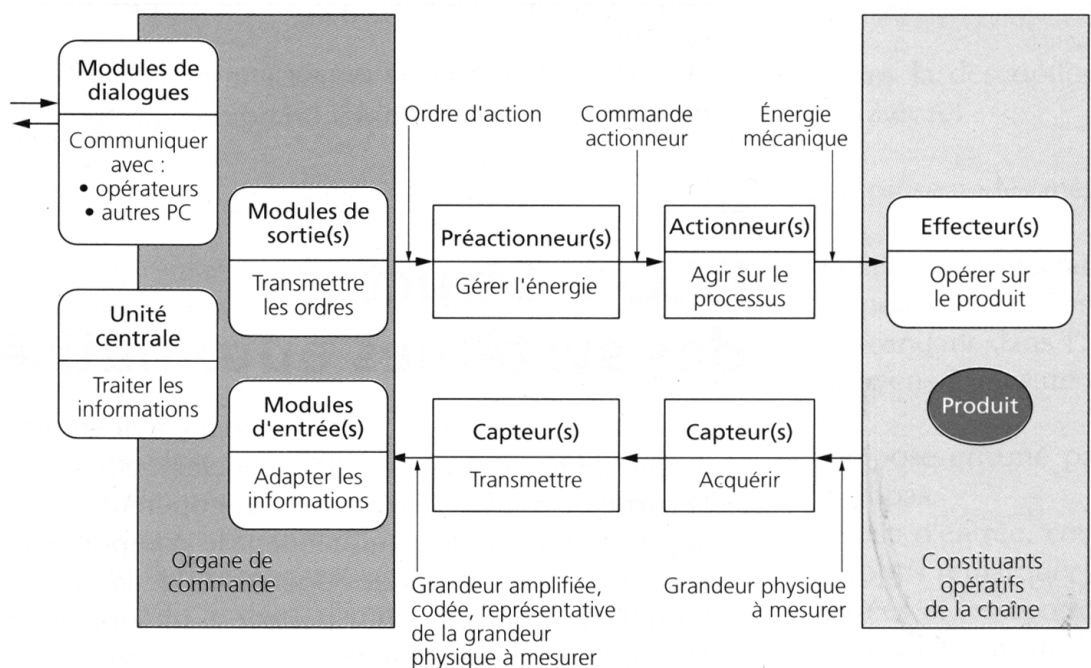
Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). TSA - *Technologie des systèmes automatisés.* Paris : Foucher. (p. 43).

## 12.37 Nature des entrées et sorties des fonctions d'automatisme de la chaîne fonctionnelle

### 12.37.1 Les recommandations du guide d'équipement de la seconde TSA



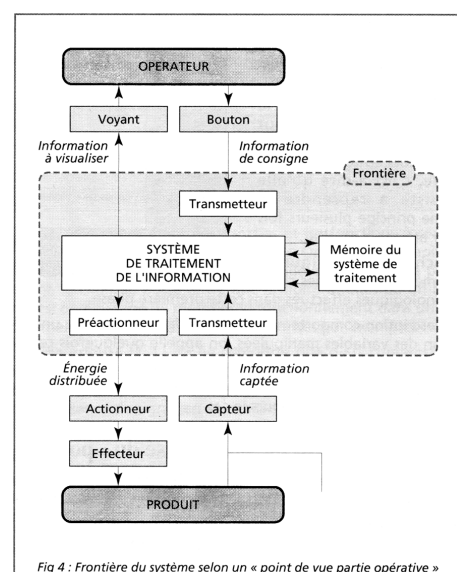
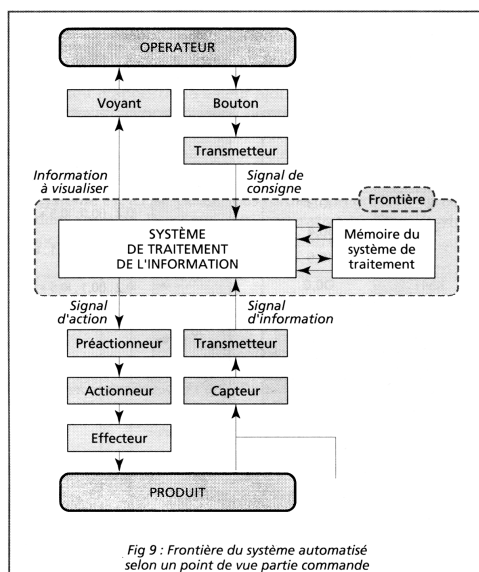
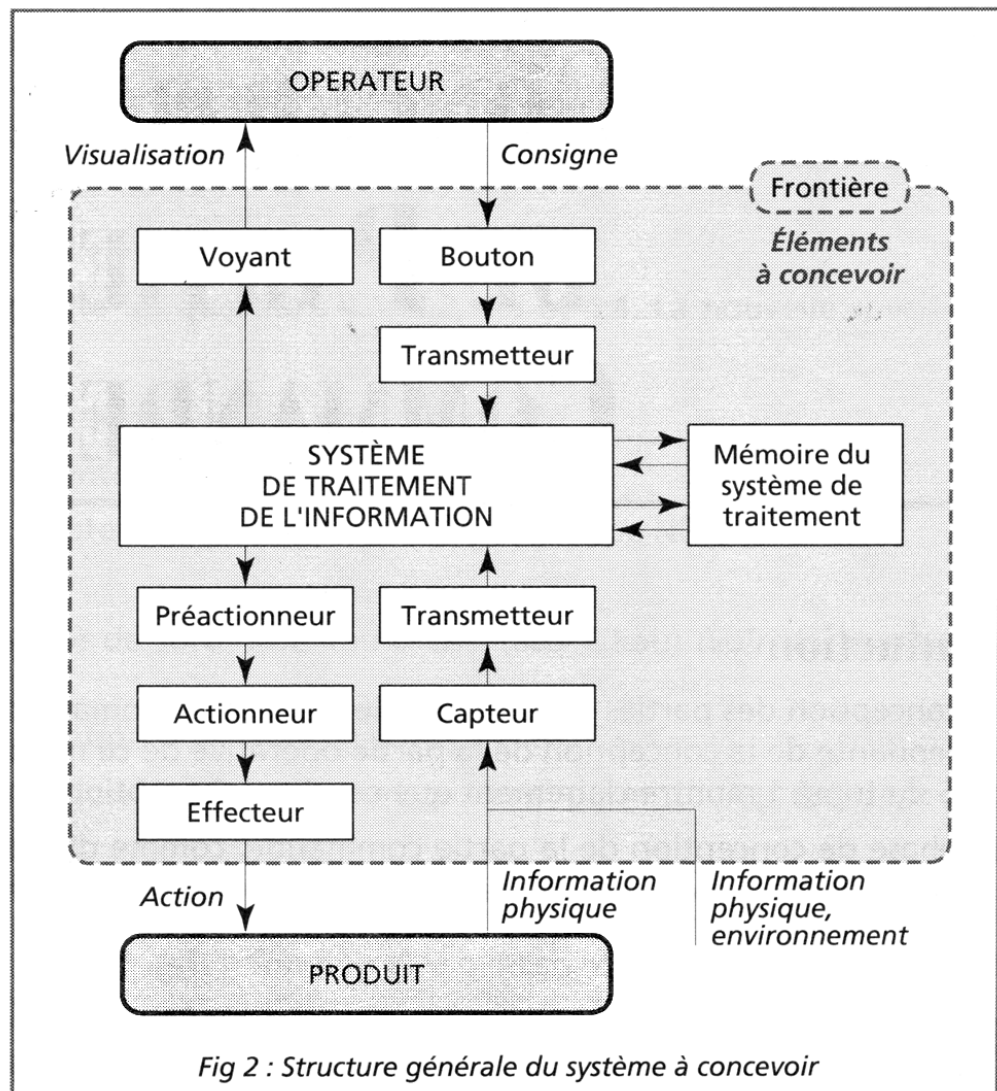
### 12.37.2 La reprise par un manuel de classes préparatoires aux grandes écoles



Représentation structurelle d'une chaîne fonctionnelle

Colombari Gérard, Giraud Jacques (1997). *Sciences industrielles Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher. (p. 302).

## 12.38 Les frontières dans une chaîne fonctionnelle

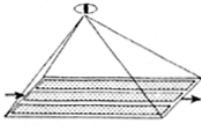
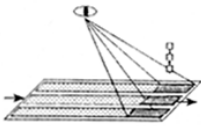
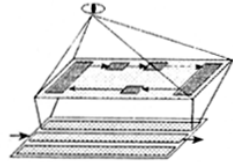
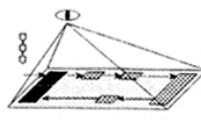


Colombari Gérard, Lauzier Michel (1995). *Automatique et informatique industrielle 2. Conception des systèmes*. Paris : Foucher. (p. 114, 117 et 119).



## 12.39 Chaîne fonctionnelle, un outil pédagogique incontournable

### ■ Annexe 1 : Une proposition d'organisation détaillée

Séance*	S1	S2, S3	CF4, CF5	CF6, CF7, CF8
Objet de l'étude	A quoi cela sert	Décrire globalement le fonctionnement	Comment c'est organisé et architecturé	Comment c'est commandé
Thème d'étude	Fonctions d'un système automatisé 	Outil de description Chaîne fonctionnelle Mobilité fonctionnelle 	Organisation d'une chaîne fonctionnelle*** 	Description de la partie commande 
Connaissances nouvelles	Matière(s) d'œuvre Valeur ajoutée Tâches opératives Chaînes fonctionnelles (CF)	Grafcet de coordination des tâches opératives Durée d'une opération, d'une séquence Chronogrammes Mouvements (rotation, translation) Actionneur, effecteur d'une chaîne fonctionnelle	PO-PC ; leurs interrelations Agencement d'une chaîne fonctionnelle Grandeurs d'E/S d'un constituant Raccordements entre constituants Schéma et câblage pneumatiques	Relation cause-effet Propositions/fonctions/opérateurs logiques GRAF CET : éléments de base, Grafcet pt de vue PO Consignes, paramètres de dialogue Raccordements électriques: schématisation et câblage
Support d'étude	Système	Système	Chaîne fonctionnelle extraite d'un système et système lui-même (à la fois référence et objet d'activité)	Chaîne fonctionnelle extraite d'un système et système lui-même (à la fois référence et objet d'activité)
Nbre de supports	5 systèmes mini**	5 systèmes mini**	9 CF ; 5 S	9 CF ; 5 S
Outils pédagogiques associés	Audio-visuels	Audio-visuels	Eléments symboliques**** (physiques et logiciels)	Mallette de logique Eléments symboliques

\* Abréviations indiquant l'orientation dominante des séances.

Si : TD orienté système ; CFi : TD orienté chaîne fonctionnelle ; Coi : TD orienté constituant (d'une CF) ;

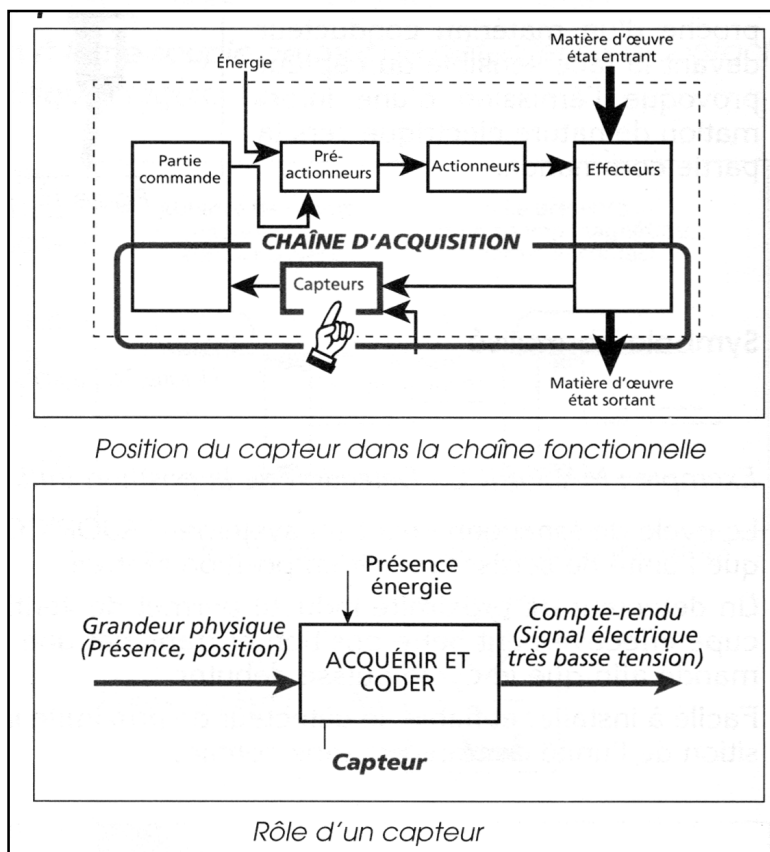
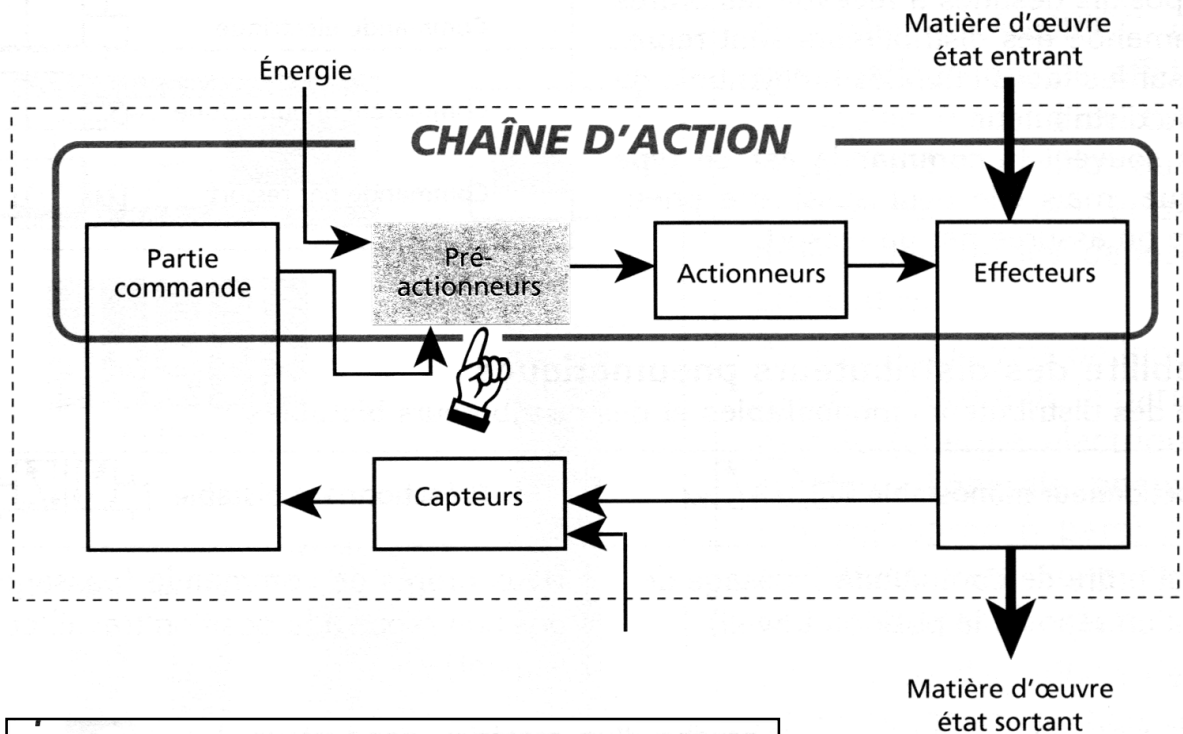
\*\* 5 systèmes pour 18 élèves correspond à une situation de compromis entre le besoin et le coût.

\*\*\* La schématisation d'une chaîne fonctionnelle est commentée dans l'annexe 2

\*\*\*\* Eléments de schématisation (vignettes magnétiques, bibliothèque logicielle) des composants et constituants d'automatisation, des organes de liaison

MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 11).

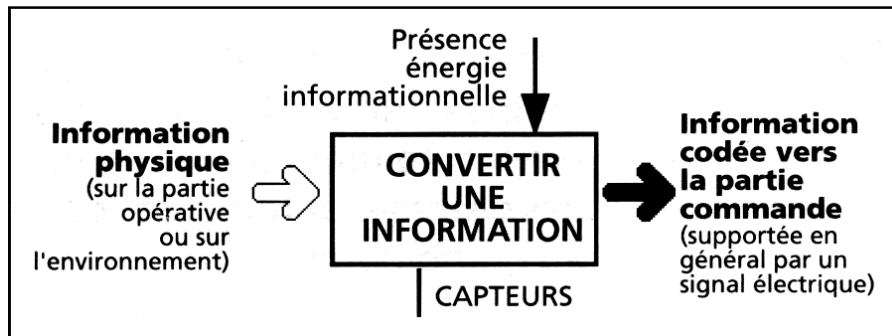
## 12.40 Situation d'un constituant ou d'un composant à étudier au sein de la chaîne fonctionnelle



Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1996). TSA - Technologie des systèmes automatisés. Paris : Foucher. (p. 86 et 113).

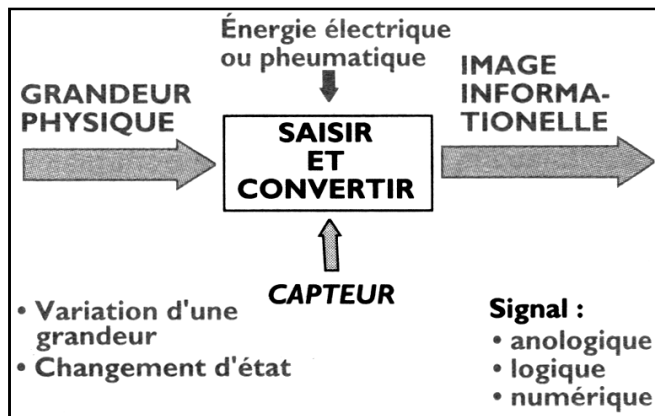
## 12.41 L'étude des fonctions d'automatisme, les nuances dans la formulation du nom des fonctions

### 12.41.1 Foucher 1993 (seconde TSA)



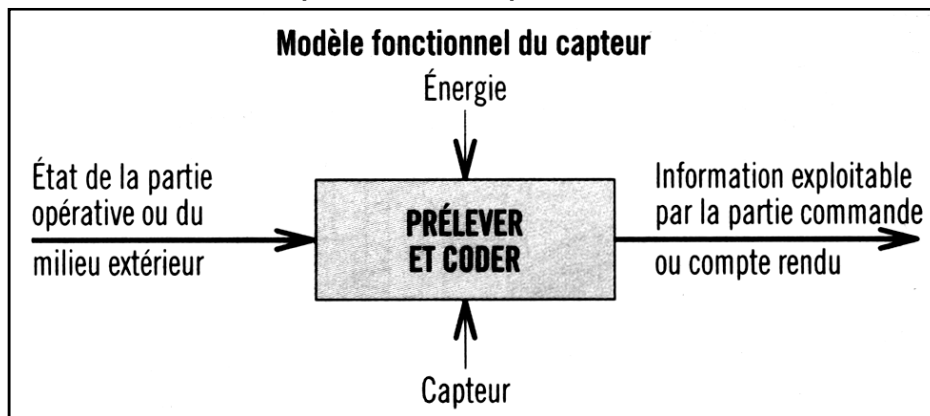
Benielli F., Cerato G., Prat D., Vial L.M. (1993). *TSA - Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Foucher. (p. 26).

### 12.41.2 Delagrave 1997 (seconde TSA)



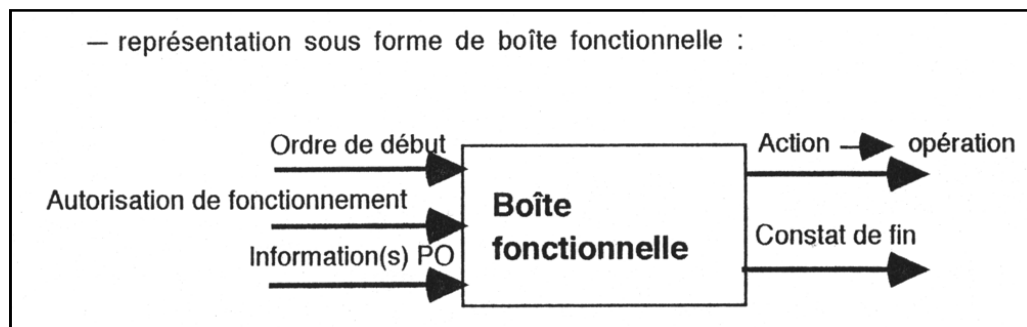
Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (1997). *La Technologie des systèmes automatisés TSA seconde générale et technologique*. Paris : Delagrave. (p. 78).

### 12.41.3 Hachette 1998 (seconde TSA)



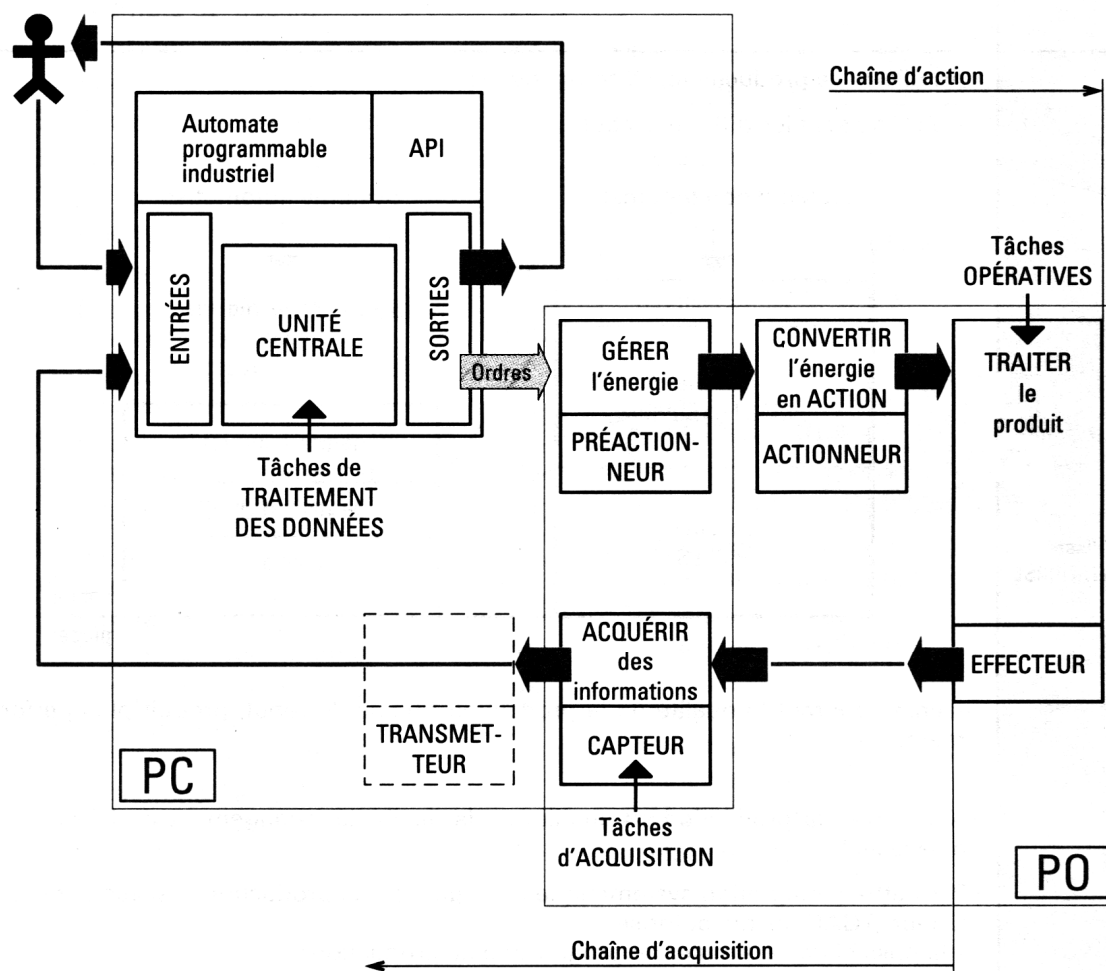
Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique. (p. 81).

## 12.42 Représentation d'une « fonction opérative du point de vue comportemental » d'après le guide d'équipement de la TSA



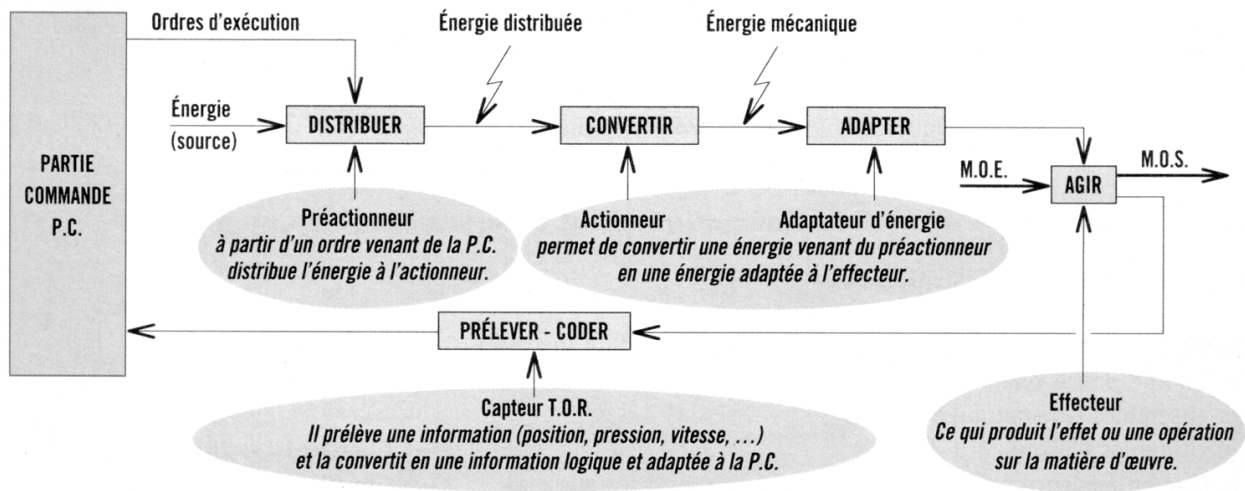
MEM (1994). *Guide d'équipement Technologie des systèmes automatisés*. Direction des lycées et collèges Bureau du Réseau Scolaire et des Relations avec les collectivités Territoriales. Ministère de l'Éducation nationale. (p. 18).

## 12.43 Un schéma qui se complexifie



René Cognet, Claude Barlier, René Bourgeois (1994). *Seconde TSA. Mémotech*. Paris : Casteilla. (p. 17).

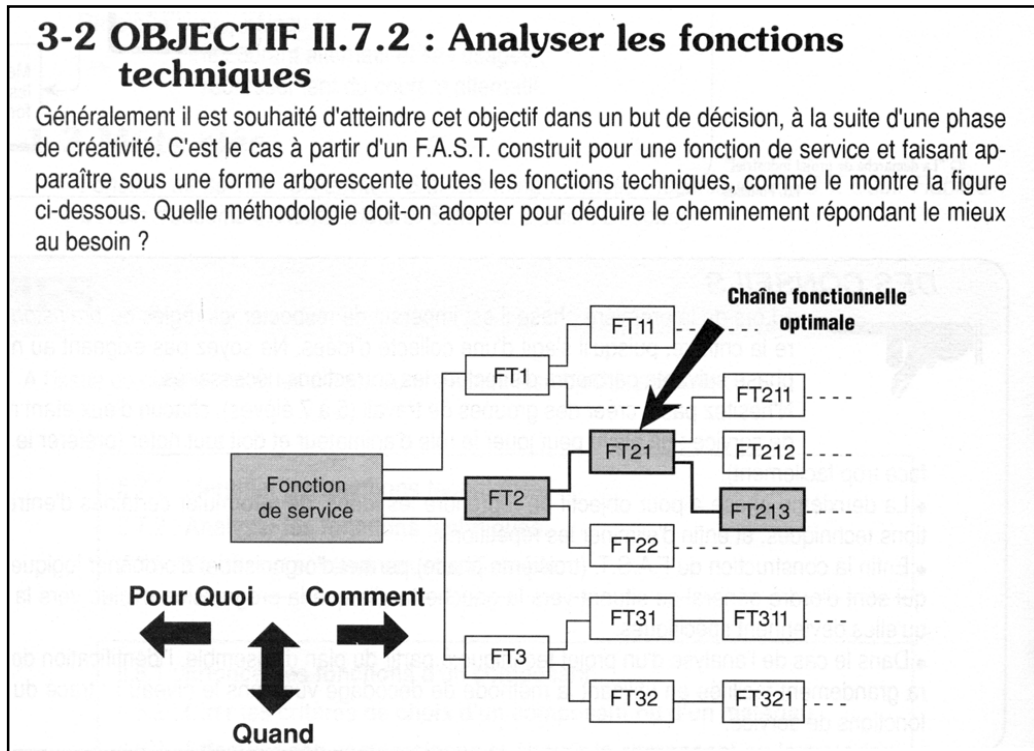
## 12.44L'insertion de la fonction « adapter » entre les fonctions « convertir » et « effectuer », signe d'une évolution à venir



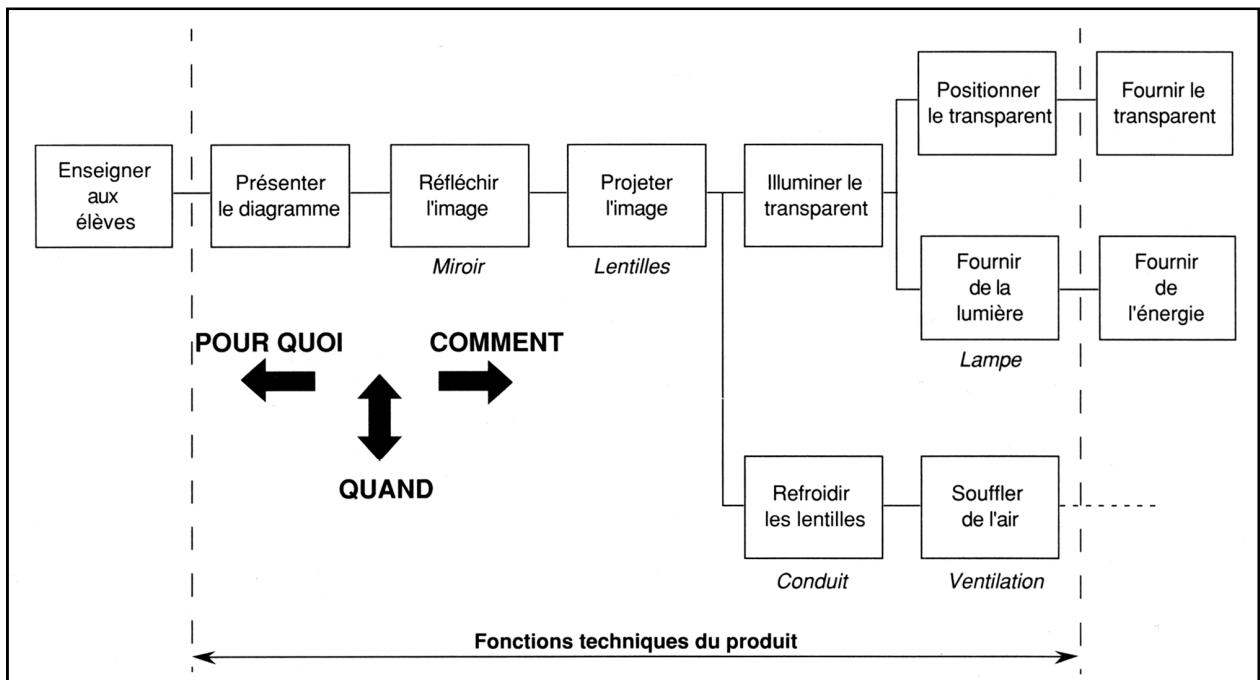
Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (1998). *Seconde option TSA Technologie des systèmes automatisés*. Paris : Hachette Technique. (p. 39).

## 12.45 Utilisation du diagramme FAST au collège

### 12.45.1 Principe de lecture du diagramme FAST



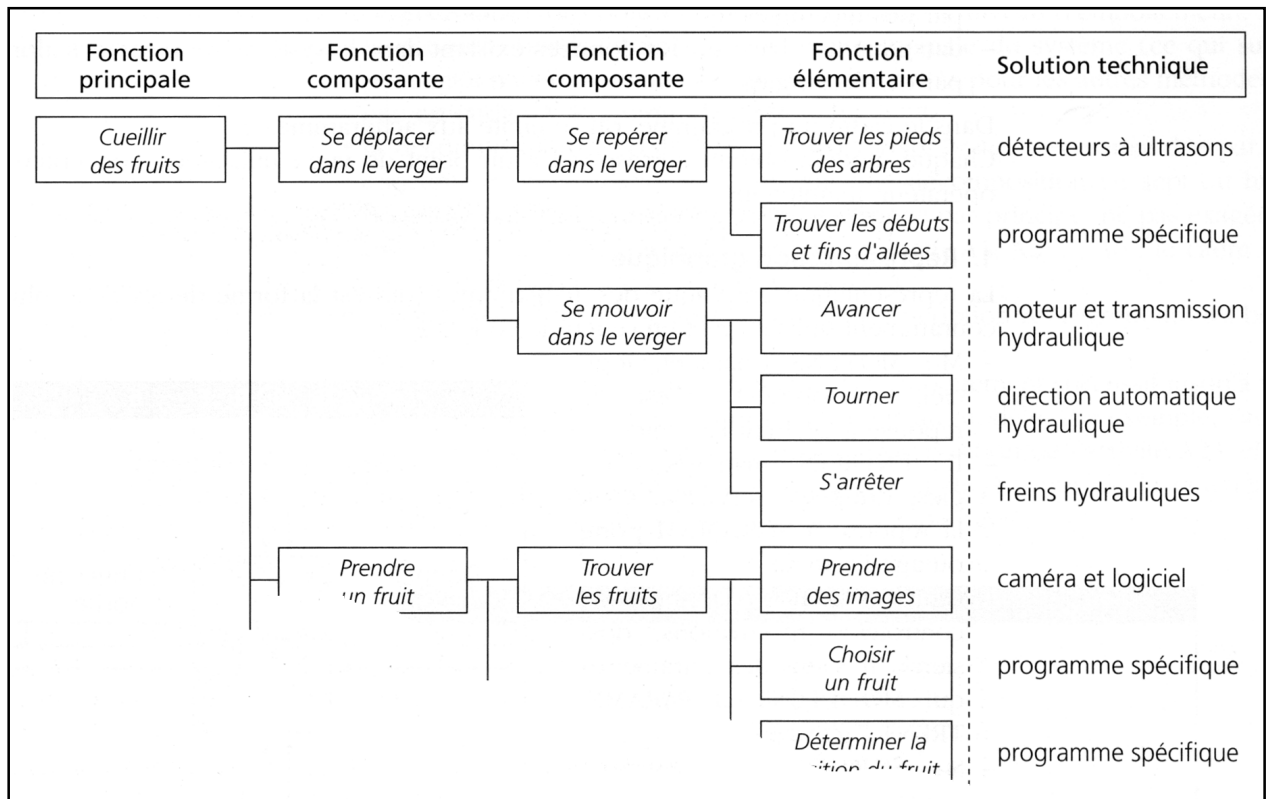
### 12.45.2 Décomposition fonctionnelle d'un rétroprojecteur



Rak Ignace, Teixido Christian, Favier Josette, Cazenaud Marie (1990). *La démarche de projet industriel. Technologie et pédagogie*. Paris : Foucher. (p. 95 et 272).

## 12.46 Diagramme FAST en classes préparatoires aux grandes écoles

### 12.46.1 FAST outil de présentation de l'existant



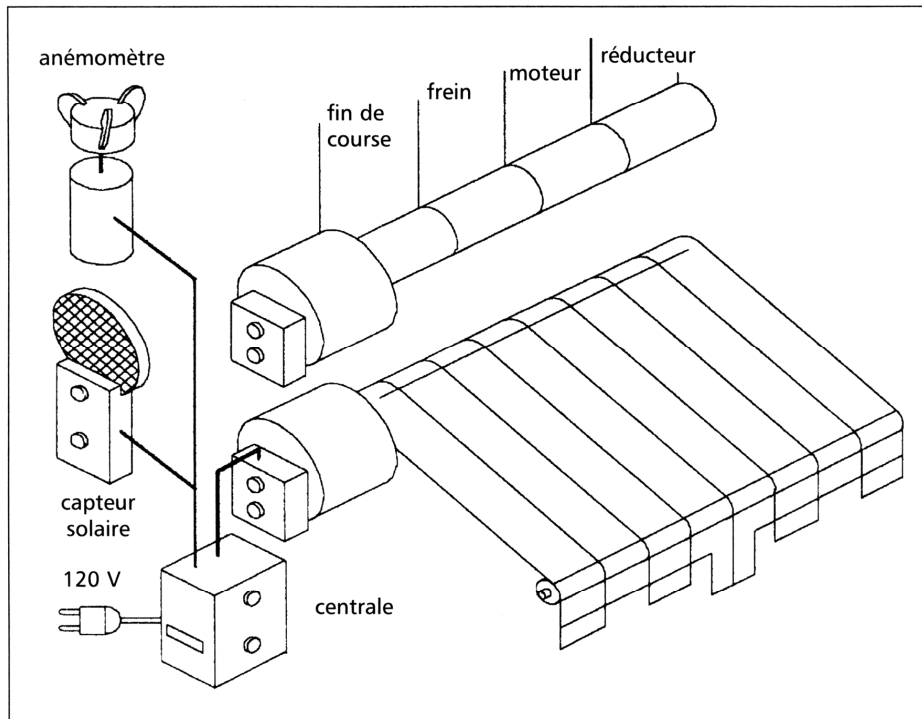
(schéma partiel)

Millet Noël, Boireau Yannick, Lecanu Anne (1997). *Sciences industrielles en Classes préparatoires aux grandes écoles. Première année première période.* Paris : Casteilla. (p. 297).

## 6.7.1 FAST outil d'étude fonctionnelle et structurelle

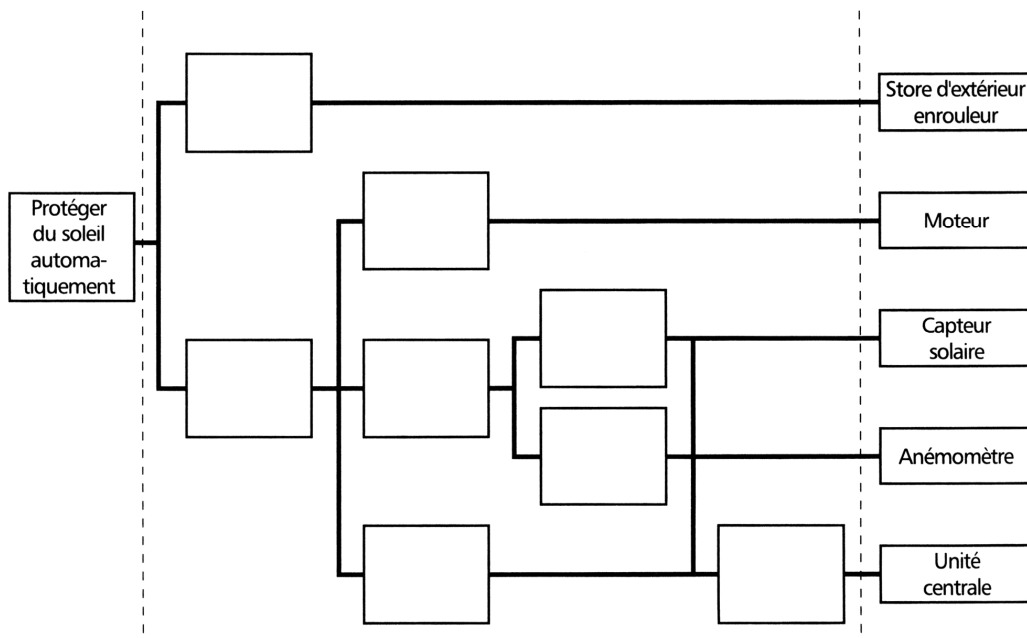
### 2) Diagramme FAST

Après avoir déterminé la fonction globale du store, le concepteur doit préciser quels sont les moyens techniques qu'il va mettre en œuvre pour que ce store automatisé fonctionne. Pour cela il réalise un diagramme FAST du store afin de déterminer comment les fonctions précédemment définies seront assurées.



■ Schéma du store

- Compléter le diagramme FAST suivant.



● ● Étude des systè



## 12.47 Diagramme FAST d'un vérin (baccalauréat technologique STI)

Figure 3.8 : Vérin de bridage Bosch.

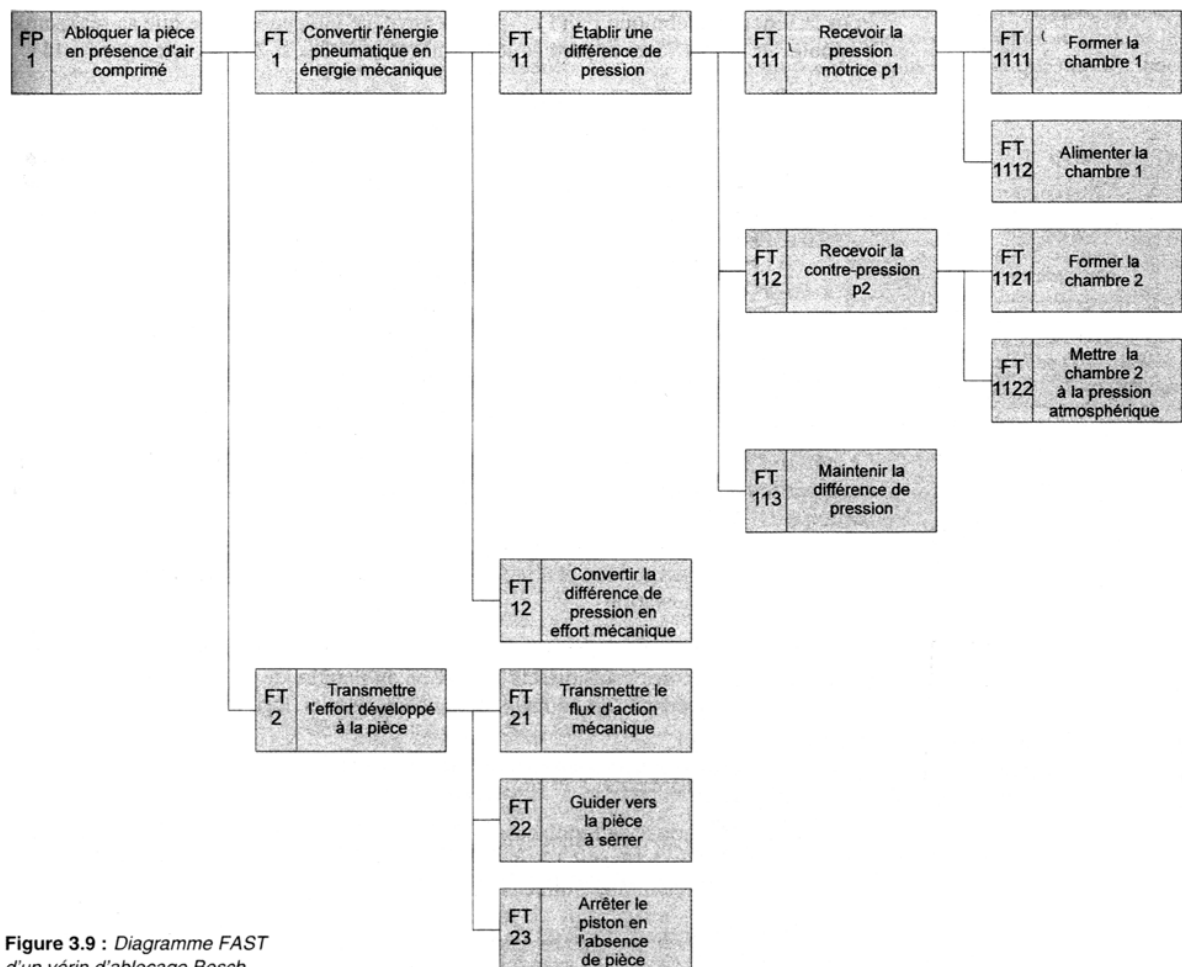
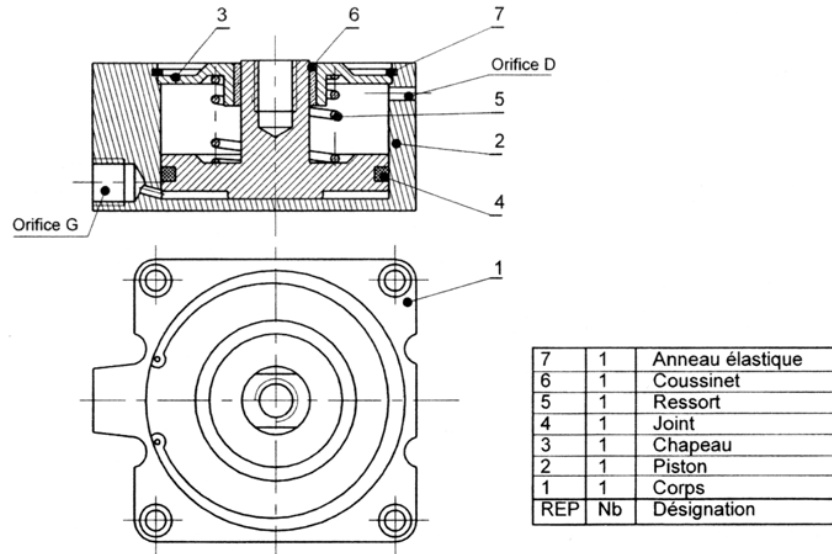


Figure 3.9 : Diagramme FAST d'un vérin d'ablocage Bosch.

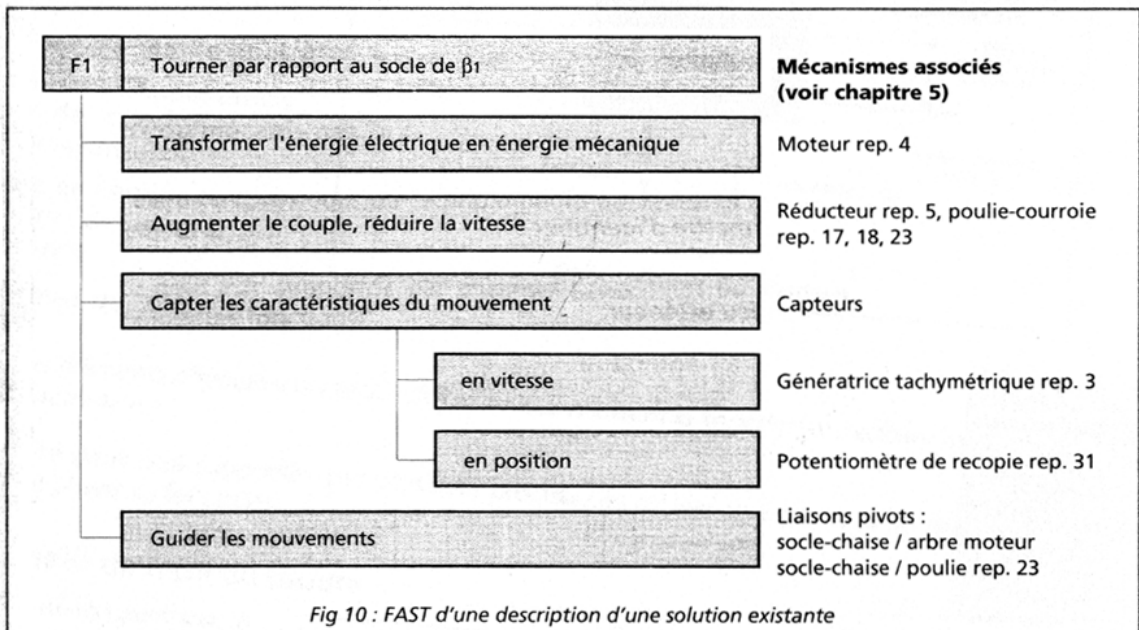
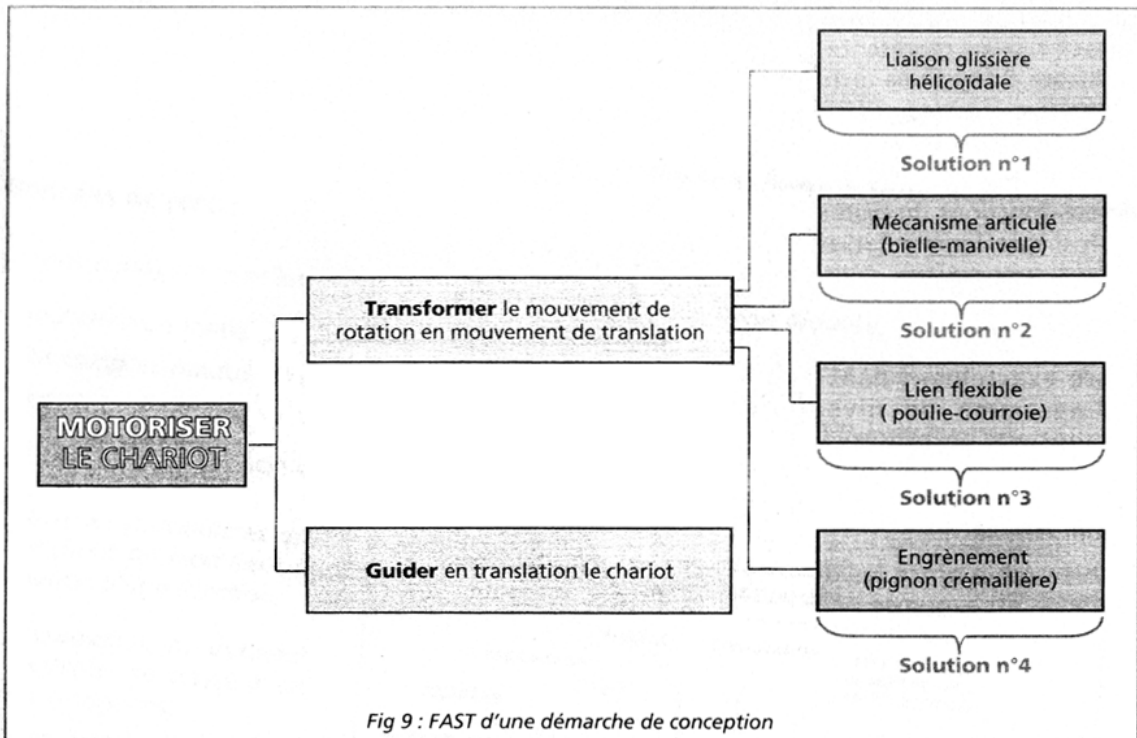
Aublin Michel, Cahuzac René, Ferraz Jean-Pierre, Vernières Guy (1996). *Construction mécanique Premières Terminales STI*. Paris : Dunod. (p. 29).

## 12.48 Décomposition fonctionnelle proche du diagramme FAST en 1967

### ANALYSE TECHNIQUE DE L'ABLOCAGE (suite)

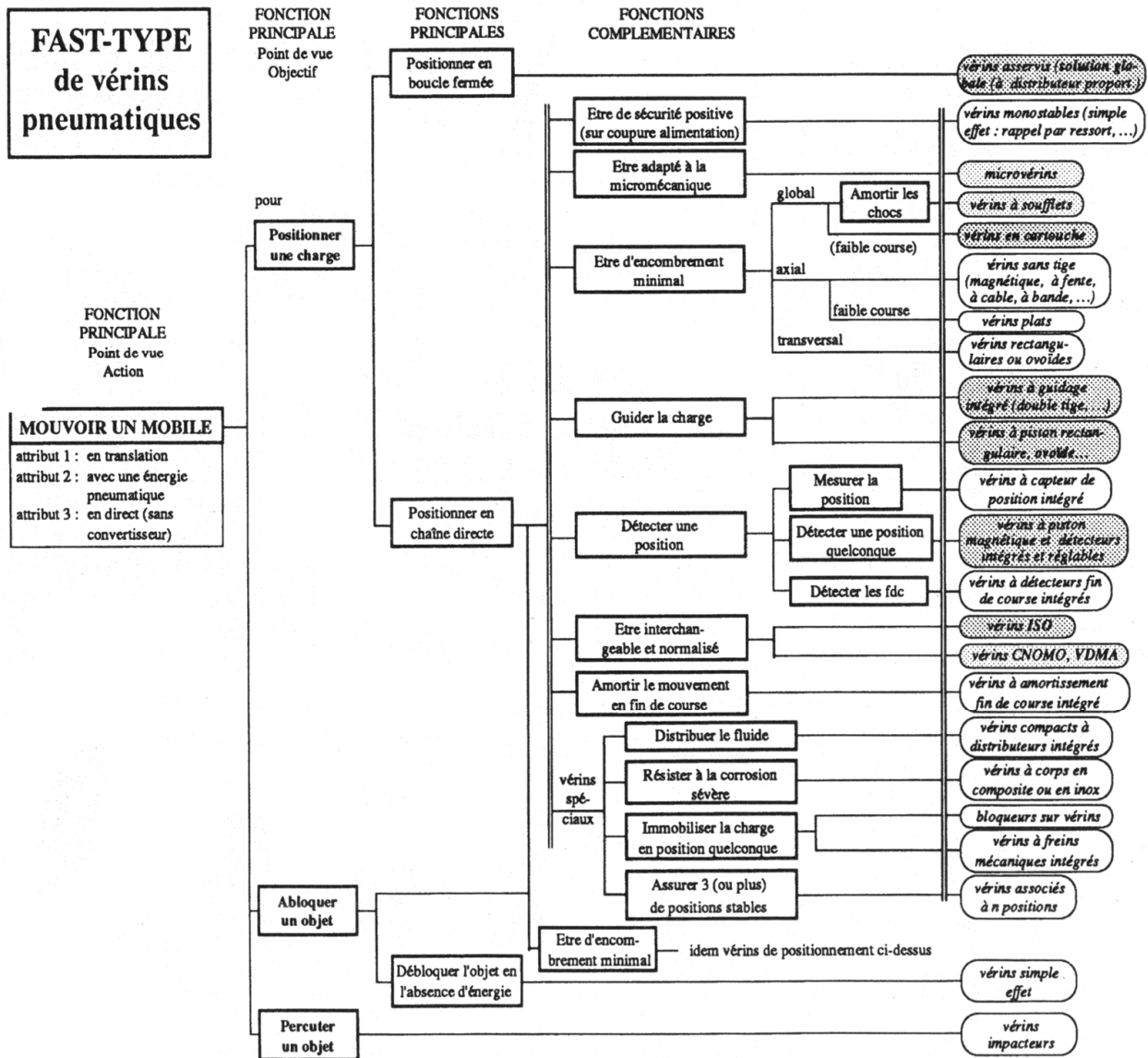
CONDITIONS IMPOSÉES	CONDITIONS DÉRIVÉES	RAISONNEMENT	FACTEURS A ÉTUDIER	SOLUTIONS ÉLÉMENTAIRES		
3. La position de la pièce doit être la même pour toutes les pièces de la série dans les tolérances données (sans réglage).	31. La pièce en contact sur ses appuis et butées ne doit pouvoir occuper qu'une seule position.			Prévoir le système d'appui et de butées défini en 1.		
	32. Les appuis ou SR doivent assurer une position stable dans le temps.	321. Pour que la position soit stable, les appuis ou SR doivent eux-mêmes être stables, c'est-à-dire :	322. Résister aux déformations.	3221. Construction.	32111. Prévoir un ensemble porte-pièce stable (par traitement thermique éventuellement).	
				3222. Forme.	32211. Prévoir une construction simple, sans jeux,	
				3223. Rigidité.	32221. de forme et de dimensions convenables.	
				323. Résister à l'usure.	3231. Dureté de l'appui.	32231. Rigide.
					3232. Dureté de la pièce.	32311. Prévoir des appuis durs,
					3233. Surface de portée.	32321. surtout sur les pièces à croûte dure,
	324. Résister aux chocs.	3241. Dureté.	3234. Efforts sur l'appui.	32331. de surface suffisante pour réduire l'usure,		
			3242. Résilience.	32341. proportionnée aux efforts.		
	325. Résister à la corrosion.	3251. Nature des matériaux.	3241. Dureté.	32411. Prévoir des appuis durs,		
			3252. Protection.	32421. mais non fragiles (cémentés par ex.).		
	326. Résister au grippage.	3261. Nature du matériau.	32511. Prévoir des SR résistantes à la corrosion.	32521. Les protéger pendant l'utilisation et surtout le stockage (graissage vernissage, stockage à l'abri).		
3262. Traitement.			32611. Choisir un matériau peu sujet au grippage,			
3263. Etat de surface.			32621. ou traité pour éviter ce grippage,			
			32631. poli ou usiné finement.			

## 12.49 Utilisation du FAST en phase de conception ou d'analyse de l'existant (baccalauréat S technologie industrielle)



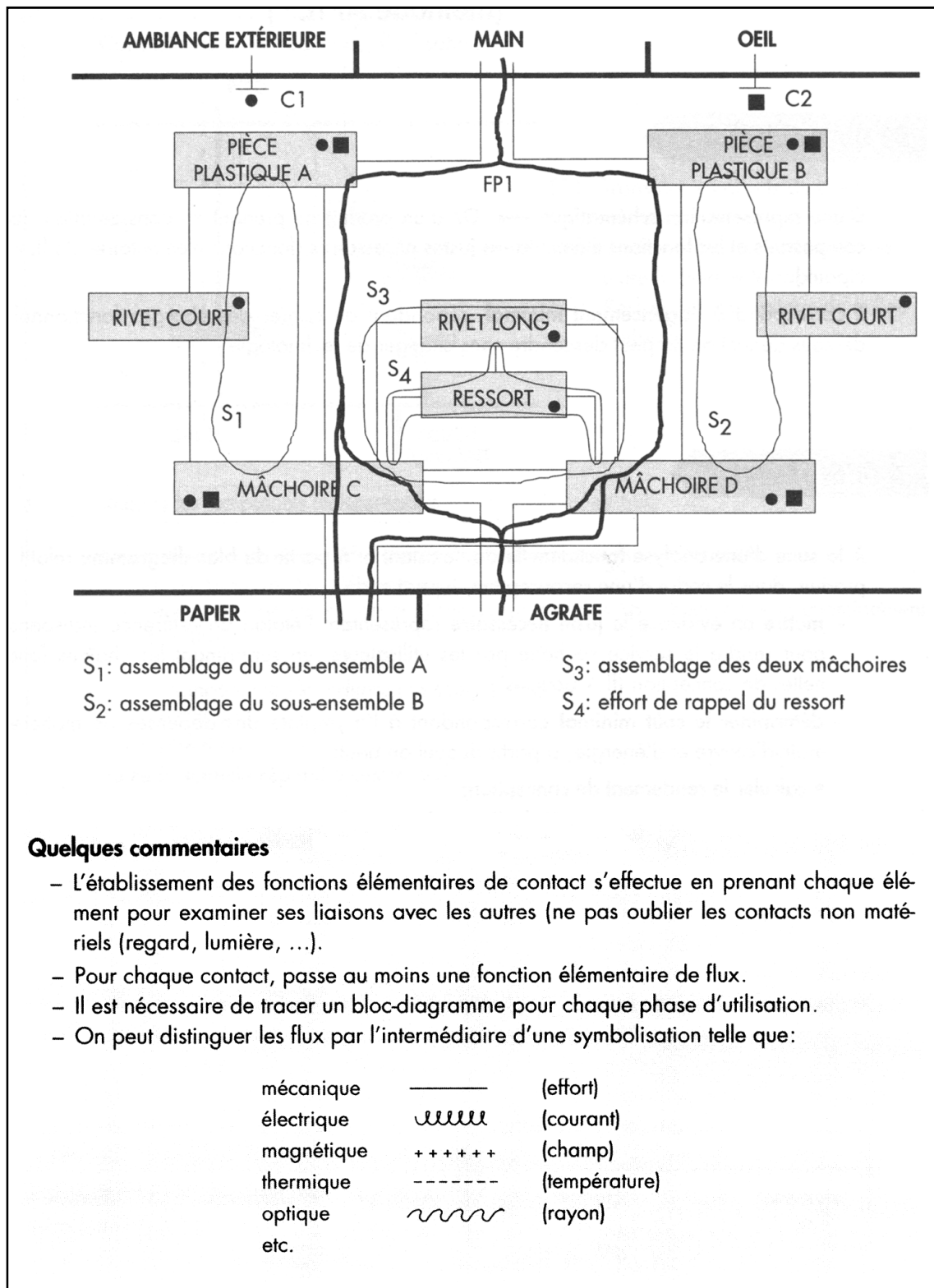
Boucault Roland, Lhivert Jean, Minetti François (1994). *Construction mécanique. Tome I.* Paris Foucher. (p. 17).

# 12.50 Guide de choix d'un vérin pneumatique sous forme de diagramme FAST



Rédaction (1992). À propos de Mécanélem 92 La pneumatique tout terrain. *Technologies et formations*, 41, 2-11.

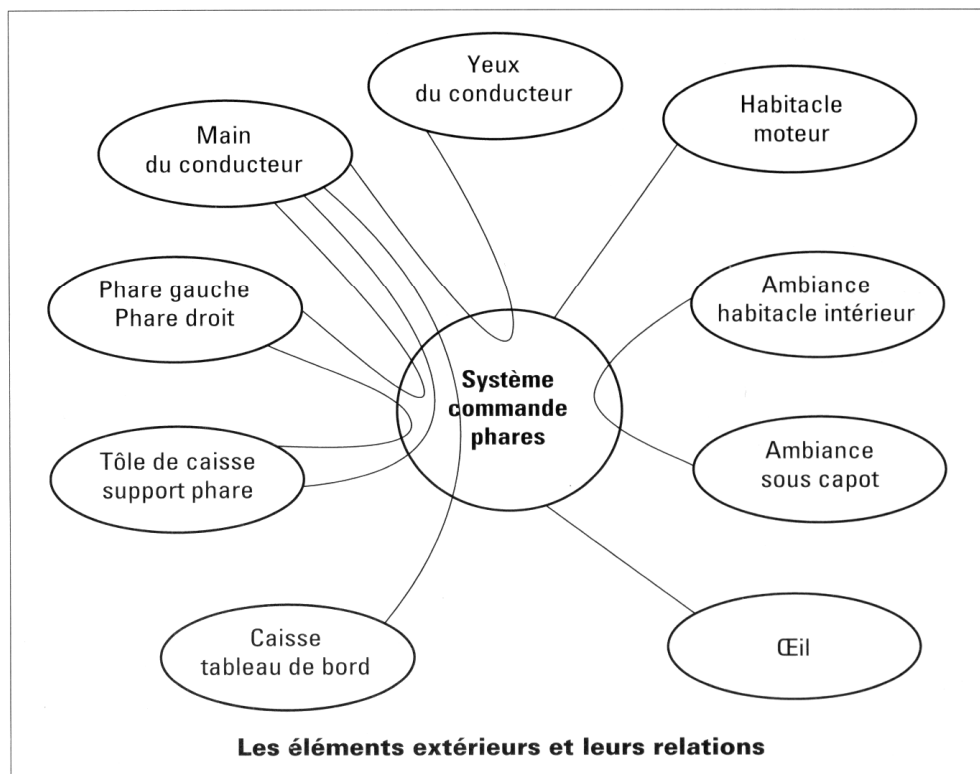
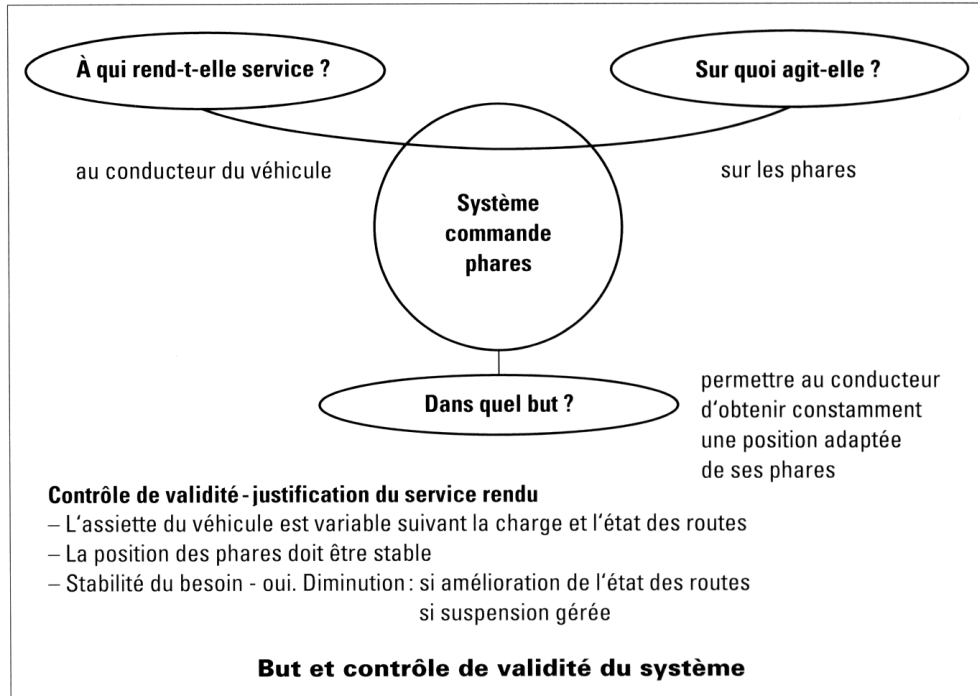
## 12.51 Bloc-diagramme d'un ôte-agrafe



Teixido Christian, Dardy Francis (1993). *La compétitivité industrielle. 1, Démarche de conception. Bac, BTS-DUT industriels, Écoles d'ingénieurs, formation continue. Préface de Laurent Jourdan inspecteur général de l'Éducation nationale. Préface de Michel Janneteau co-auteur de la méthode APTE®.* Paris : Foucher. (p. 127).

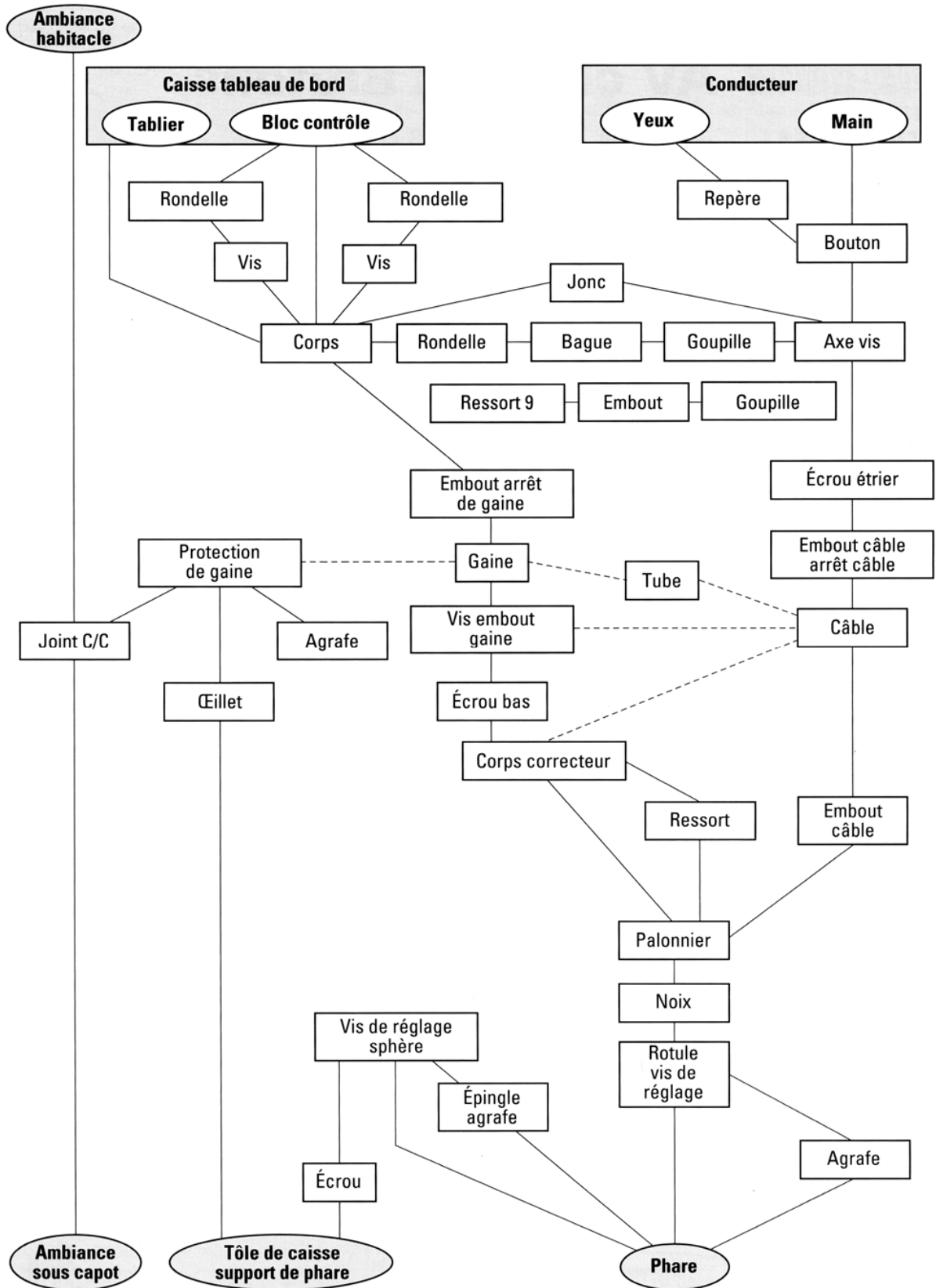
## 12.52 Les trois outils graphiques de la méthode APTE (commande de réglage des phares d'une Citroën AX)

### 10.3.1 « Bête à cornes » et « Pieuvre » du système de réglage des phares d'une Citroën AX.



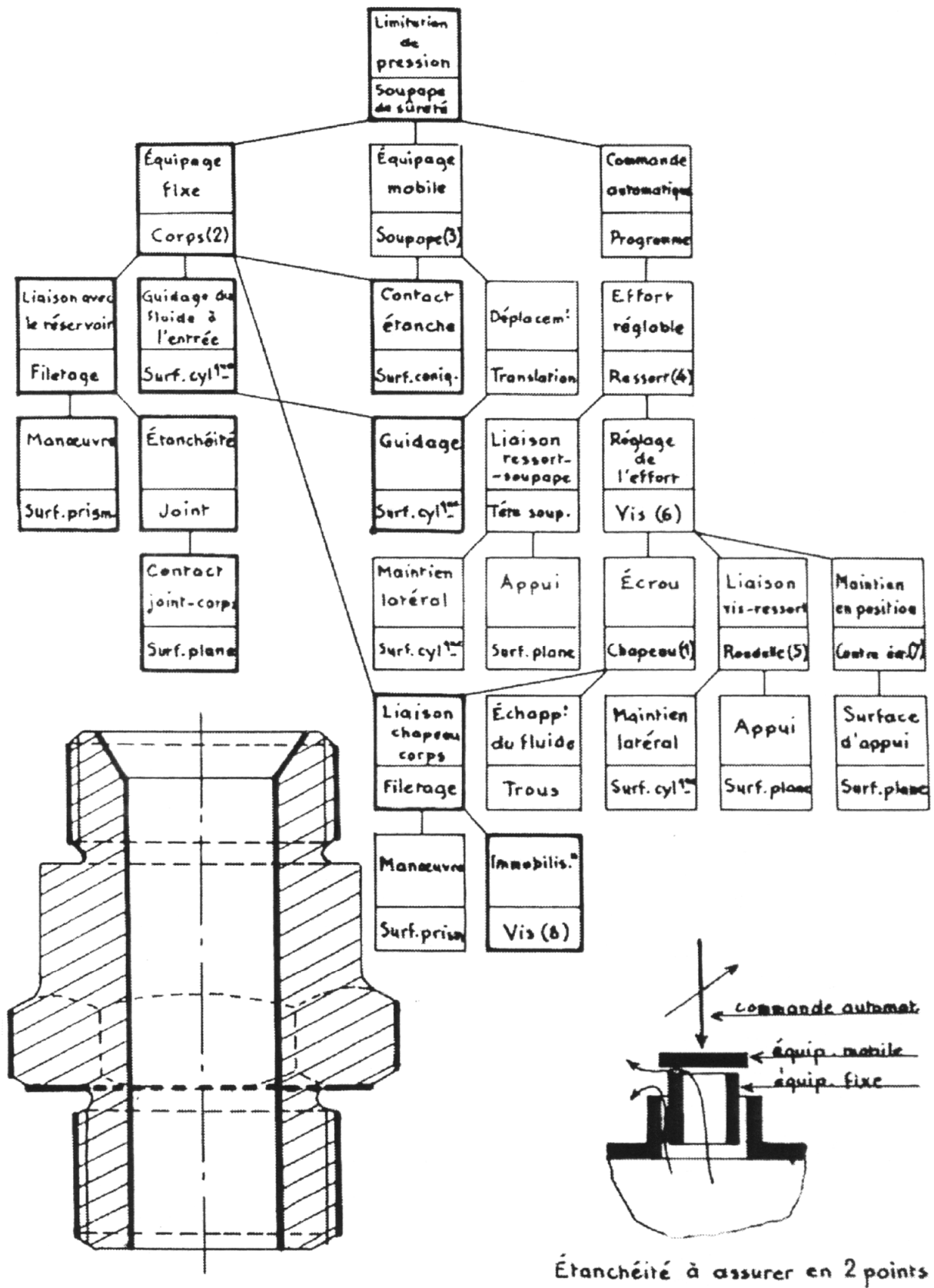
L'Escop Jean-Paul, Perrot Louis (1994). AV chez les Bretons. *Technologies Sciences et techniques industrielles*, 74, 25-27. (p. 27).

### 12.52.1 Bloc-diagramme de commande de réglage des phares d'une Citroën AX



L'Escop Jean-Paul, Perrot Louis (1994). AV chez les bretons. *Technologies Sciences et techniques industrielles*, 74, 25-27. (p. 26).

## 12.53 Forme originale de diagramme de liaisons

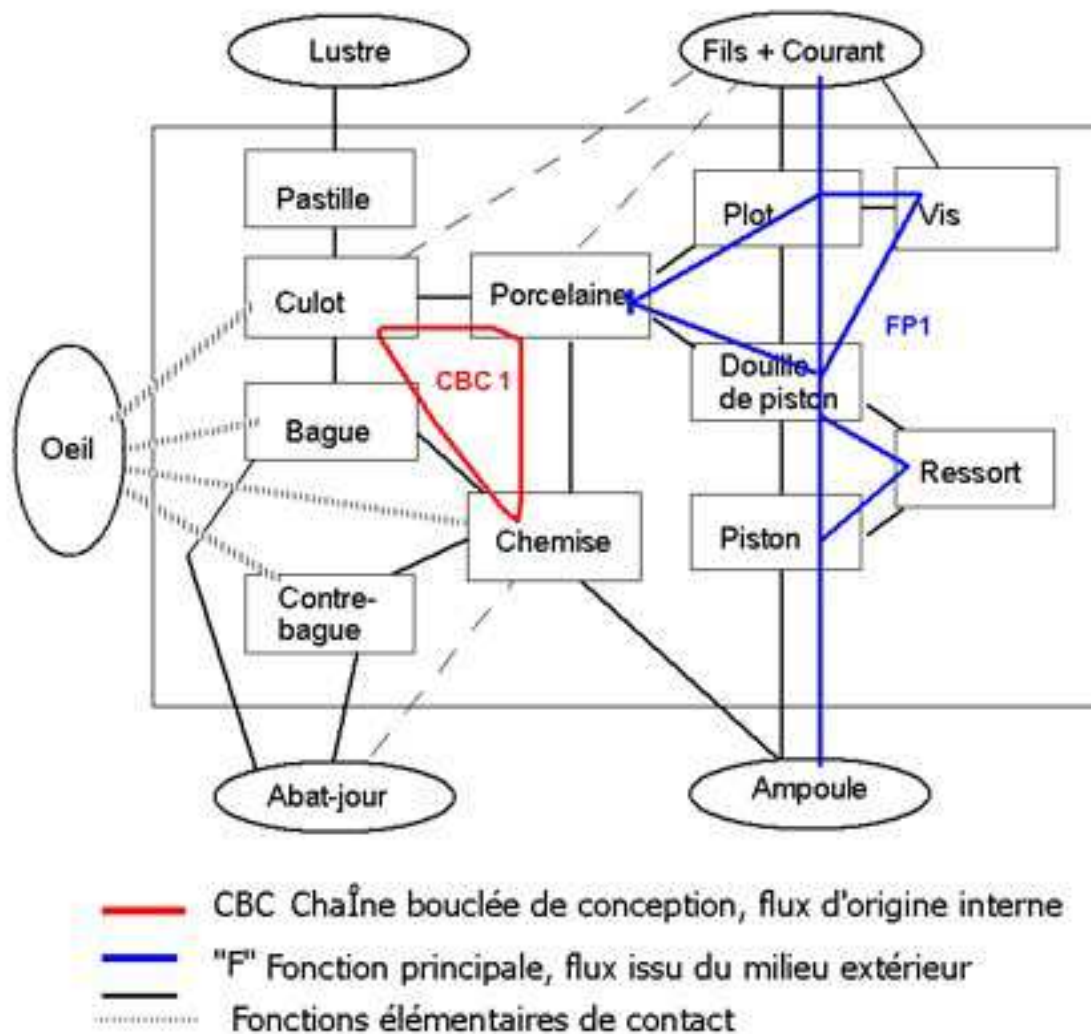


Ribérol Jean (1969). Dessin industriel. Dessin et technologie (suite). *Le Cours industriel*, 7, 217-220. (p. 218).



## 12.54 Bloc-diagramme d'une douille de lampe (APTE)

### 12.54.1 Version publiée sur la toile du réseau Internet



APTE. Diagramme-bloc sur le site Wikipédia.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc\\_diagramme\\_apte.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bloc_diagramme_apte.jpg)

12.54.2 Version originale (avec l'aimable autorisation de la société APTE)

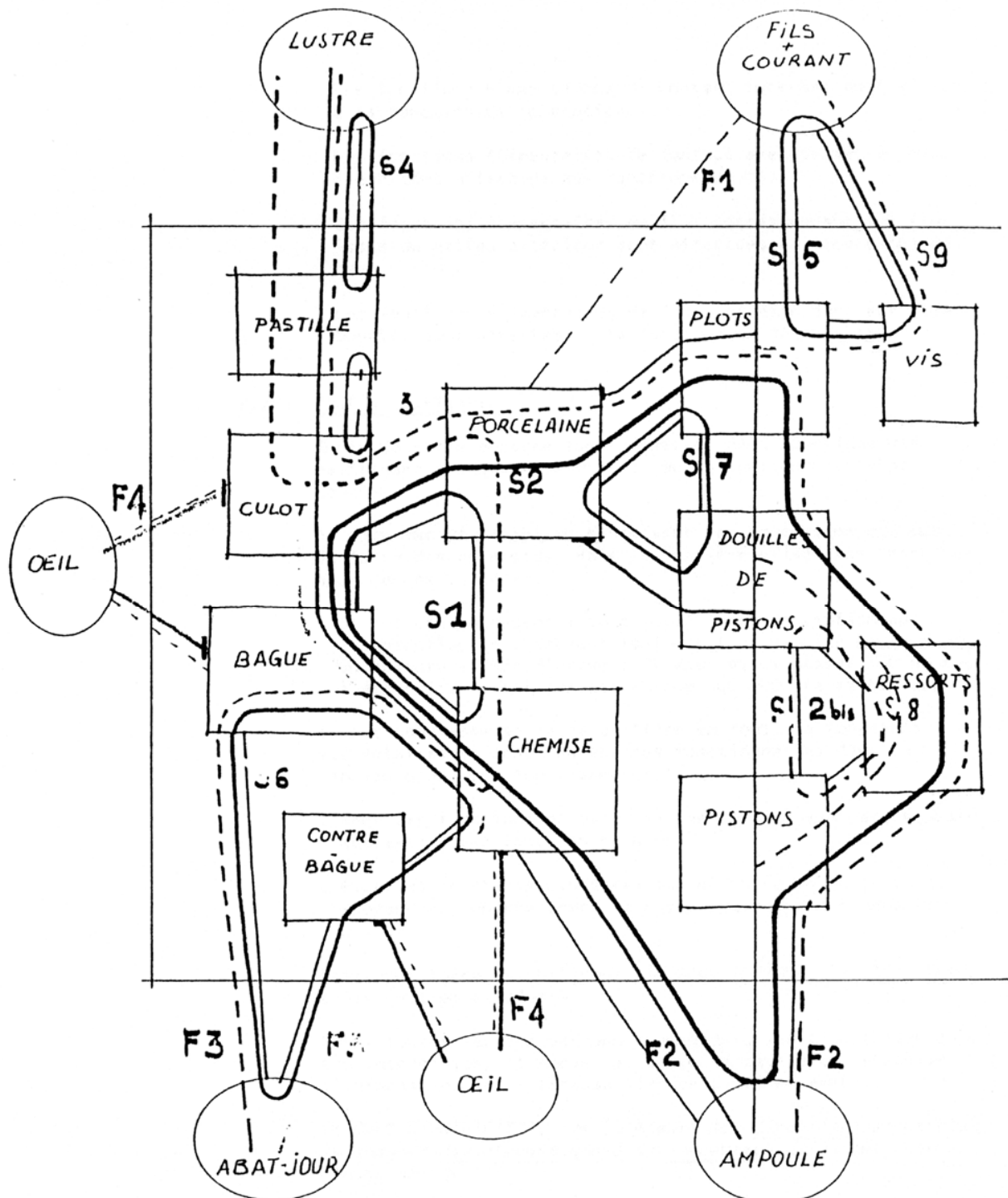
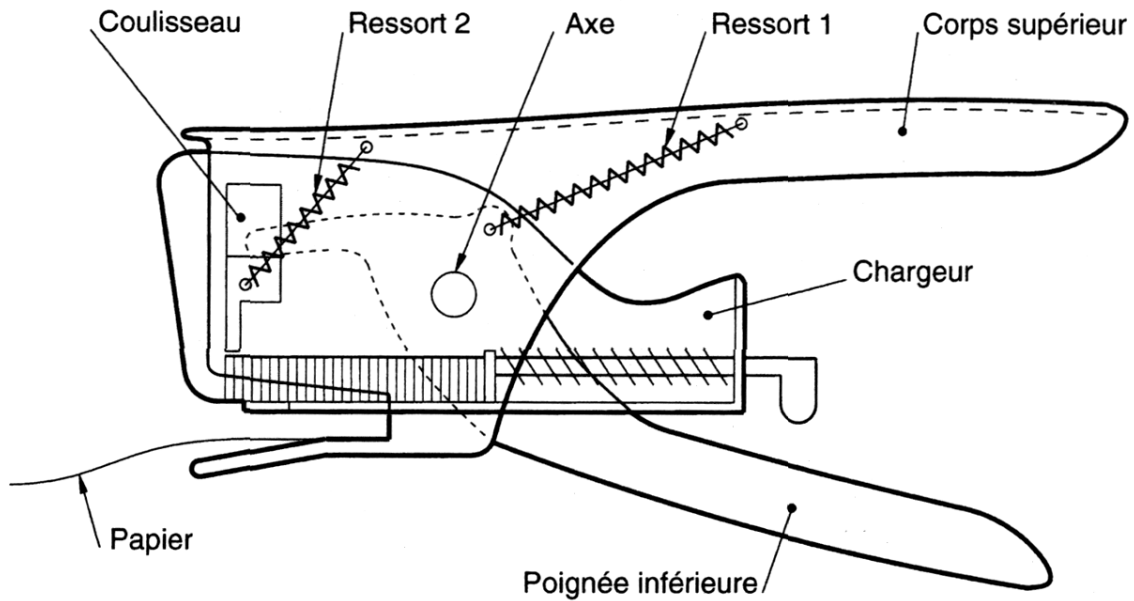


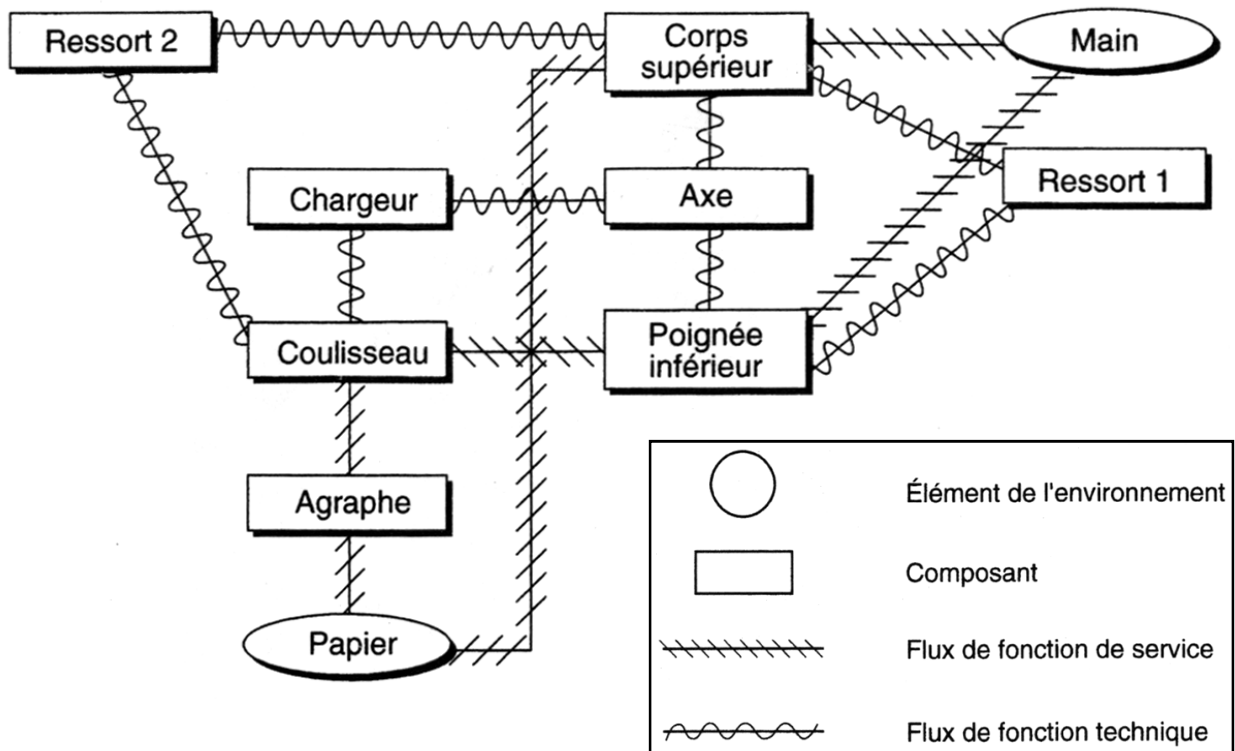
Diagramme-bloc : modèle déposé par APTE® chez un huissier en 1984.

## 12.55 Représentation topologique du bloc-diagramme et flux fonctionnels

### 12.55.1 Dessin illustratif de l'objet



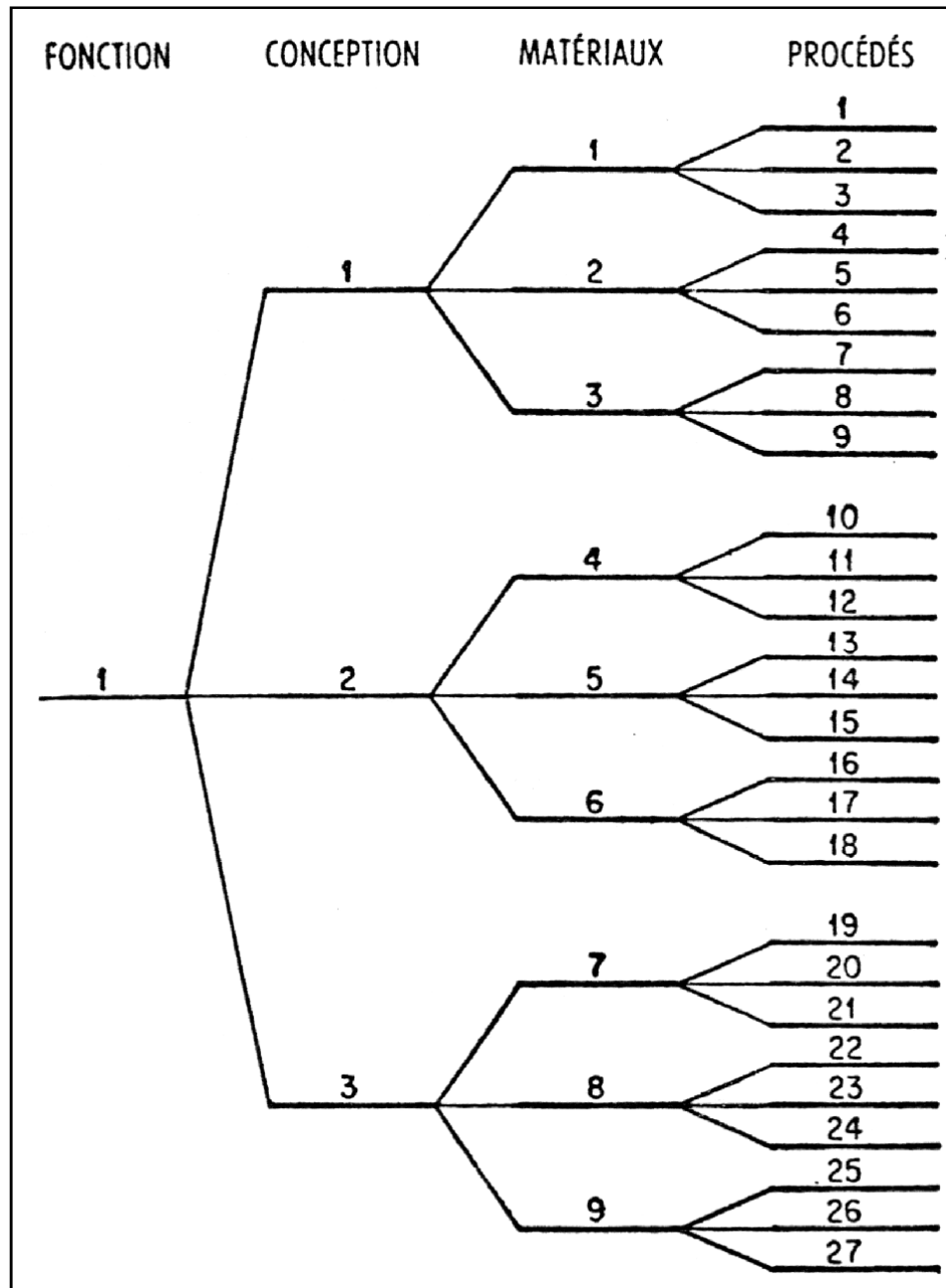
### 12.55.2 Représentation topologique des composants et des flux de fonction



Tassinari Robert (2003). *Pratique de l'analyse de la valeur*. 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1992). Paris : Dunod. (p. 102 à 104).

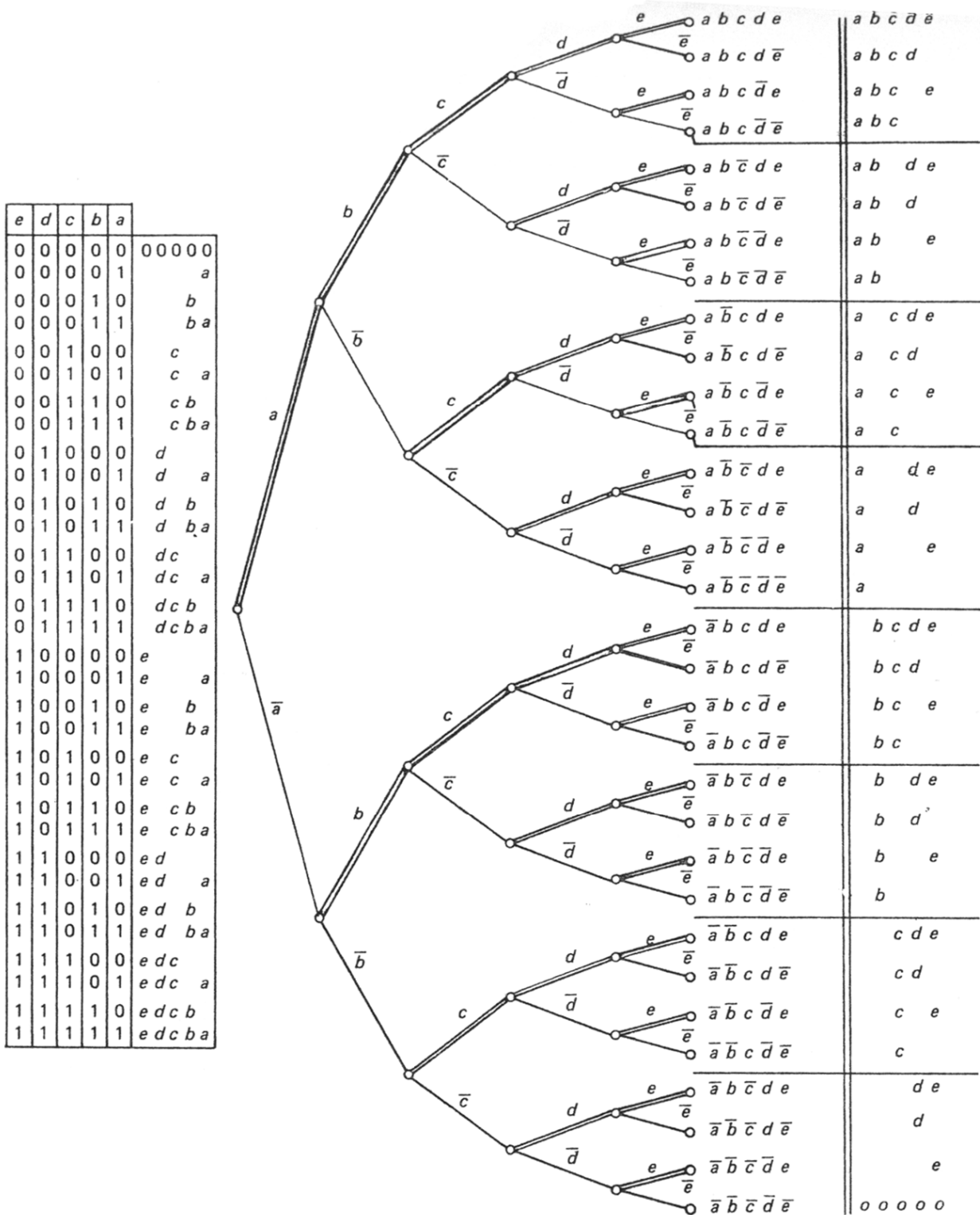
## 12.56 Arbre fonctionnel (différents modèles)

12.56.1 Arbre de combinaisons entre conception, matériaux et procédé pour réaliser de manière économique une fonction au sein d'un produit (Lawrence Delos Miles, 1966)



Miles Lawrence Delos (1966). *L'analyse de la valeur, réduction scientifique du prix de revient. Adaptation française par des ingénieurs du groupe Planus.* Paris : Dunod. (p. 91).

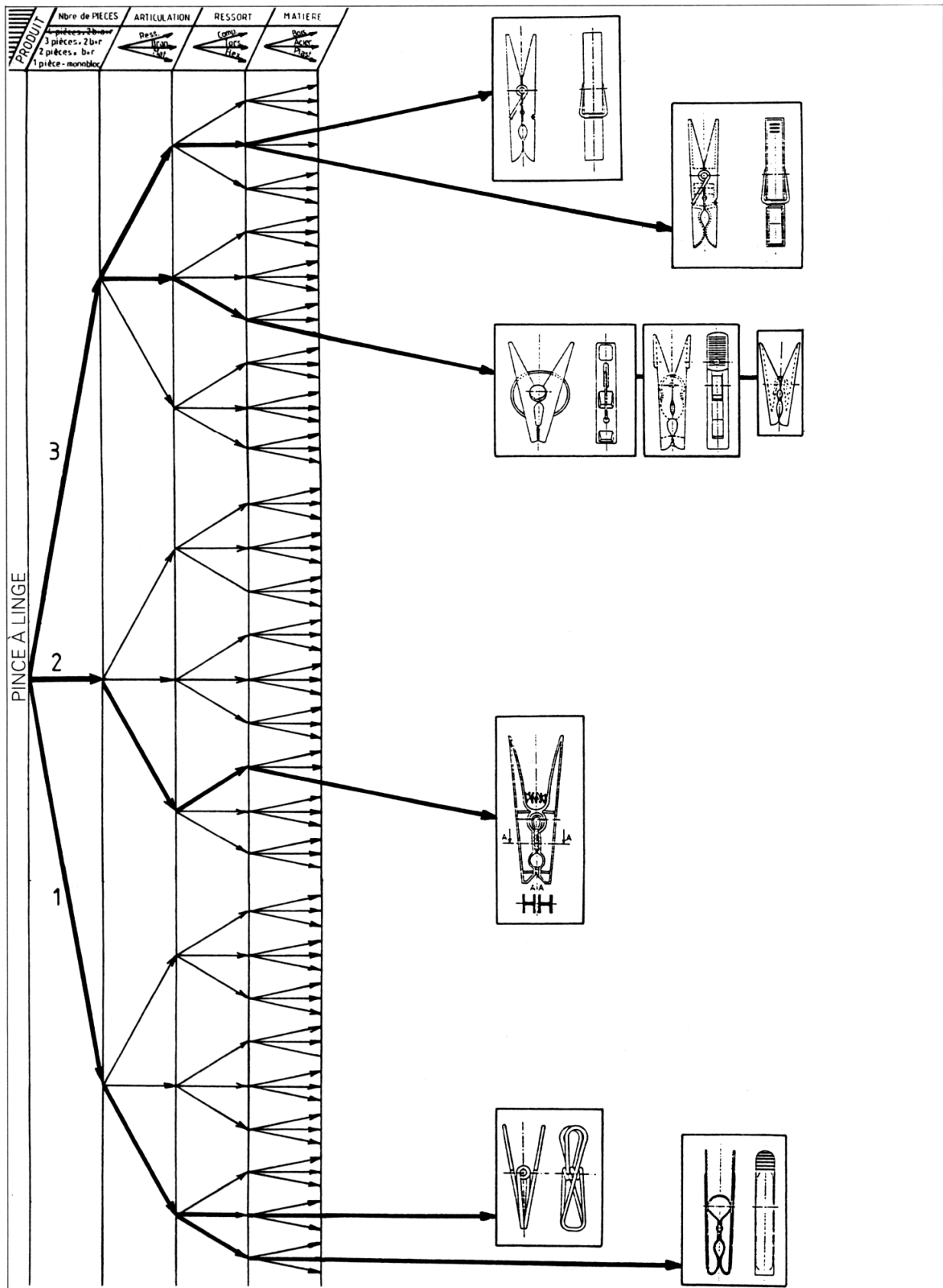
12.56.2 Arbre de partition d'un ensemble (Lucien Géminard, 1970)



Géminard Lucien (1970). *Logique et technologie. Fonctions techniques et opérateurs – Agencement logique – Physique et technologie*. Paris : Dunod. (p. 185).

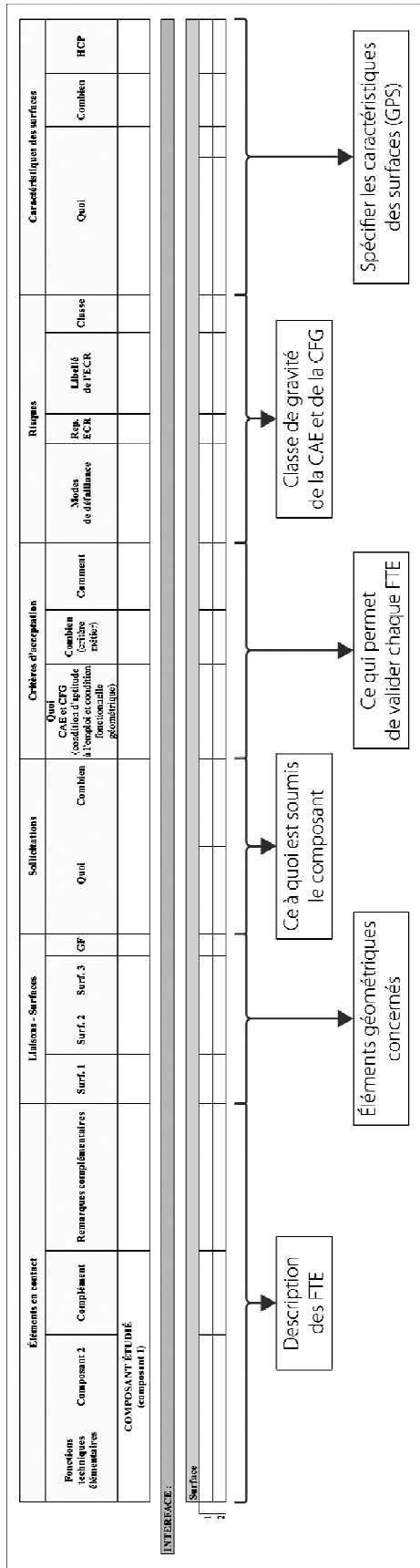


### 12.56.4 Arbre de décision (Jean-Pierre Mereau, 1995)

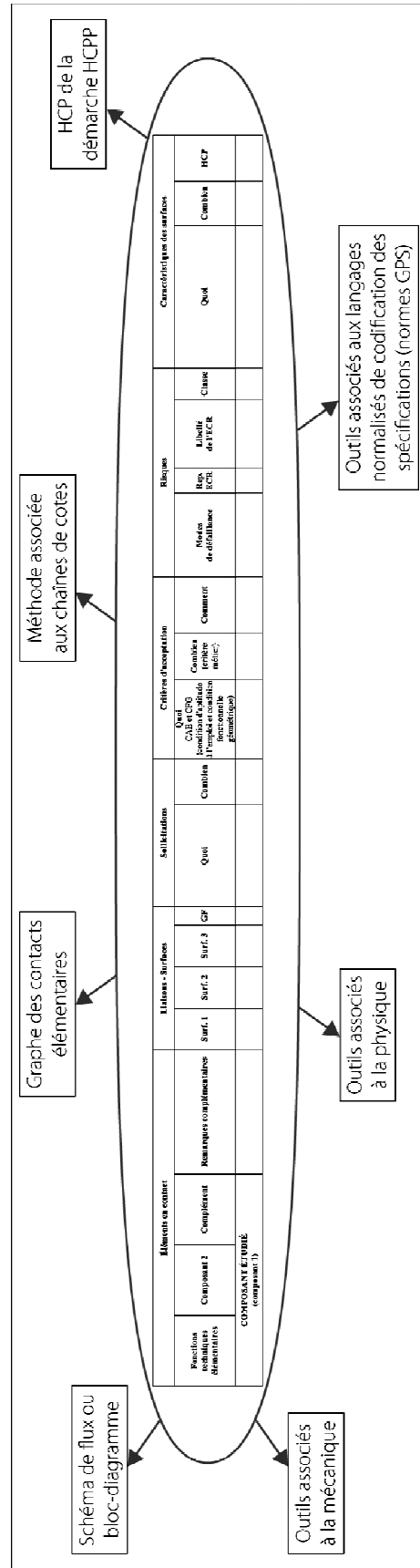


Mereau Jean-Pierre (1995). La pince à linge. *Technologie Sciences et techniques industrielles*, 74, 66-75. (p. 72).

# 12.57 Tableau d'analyse fonctionnelle technique (TAFT)



**E1 Un TAFT type [5]**



**G Les outils et méthodes complémentaires**

Charpentier Frédéric, Prenel Jean-Marc, Duménil Jérémy (2007). Le TAFT, un outil pour la capitalisation de l'AFT. *Technologie*, 148, 48-66. (p. 52)



## **13. 2000-2009, l'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie - Le paradigme de l'approche système**

## 13.1 Liste des membres du groupe d'experts sur les programmes scolaires des enseignements technologiques (2000-2002)

### Président

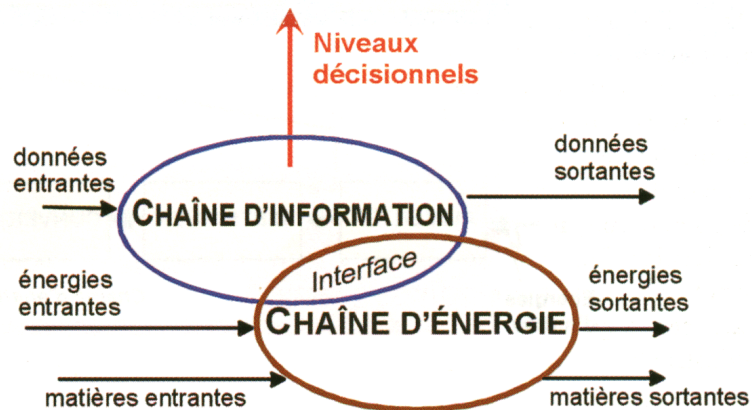
Marc BONIS : professeur des universités, université technologique de Compiègne

### Membres

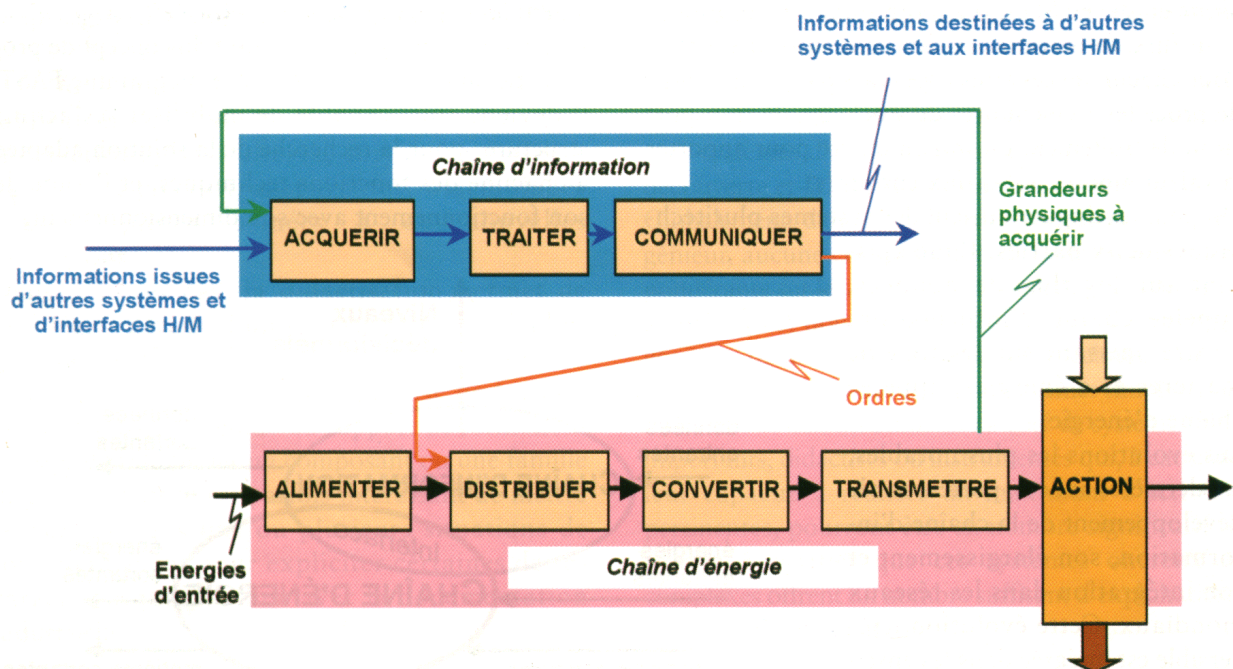
Michel AUBLIN : inspecteur général de l'Éducation nationale  
Christian BESSET : professeur, lycée Turgot à Limoges  
Francis BINET : professeur, lycée polyvalent à Châtenay-Malabry  
René BONCOMPAIN : professeur, lycée La Martinière-Monplaisir à Lyon  
François CAVAGNA : professeur, lycée de la Plaine-de-l'Ain à Ambérieu  
Jean-Jacques DUMERY : professeur, lycée Baggio à Lille  
Gérard DUVIVIER : professeur, lycée Val-de-Murigny à Reims  
Brigitte FERRY : professeur, lycée Jules-Richard à Paris  
Claude FAURE : professeur, lycée Arbez-Carme à Bellignat  
Bernard GILABERT : professeur, lycée Louis-Rascol à Albi  
Maurice GEREY : professeur, lycée Parc-Chabrières à Oullins  
Bernard LACAGE : professeur, lycée Marie-Curie à Nogent-sur-Oise  
Patrick NATAF : professeur, lycée du Bâtiment à Paris  
Jean NAVARRO : professeur, lycée de la Plaine-de-l'Ain à Ambérieu  
Christian PANETTO : professeur, lycée Parc-Vilgénis à Massy  
Bernard ROYANNAIS : inspecteur d'académie – inspecteur pédagogique régional, académie de Toulouse  
Dominique TARAUD : inspecteur d'académie – inspecteur pédagogique régional, académie d'Orléans-Tours  
Jean-Paul TRICHARD : professeur, lycée Caraminot à Égletons  
Coordination : Sylvain CHANRAUD, bureau du contenu des enseignements (direction de l'enseignement scolaire)

MEN (2002). *Accompagnement des programmes. Initiation aux sciences de l'ingénieur. Informatique et systèmes de production. (Classe de seconde générale et technologique). Sciences de l'ingénieur (cycle terminal de la série scientifique)*. Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP.

### 13.2 Modèle général d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002)

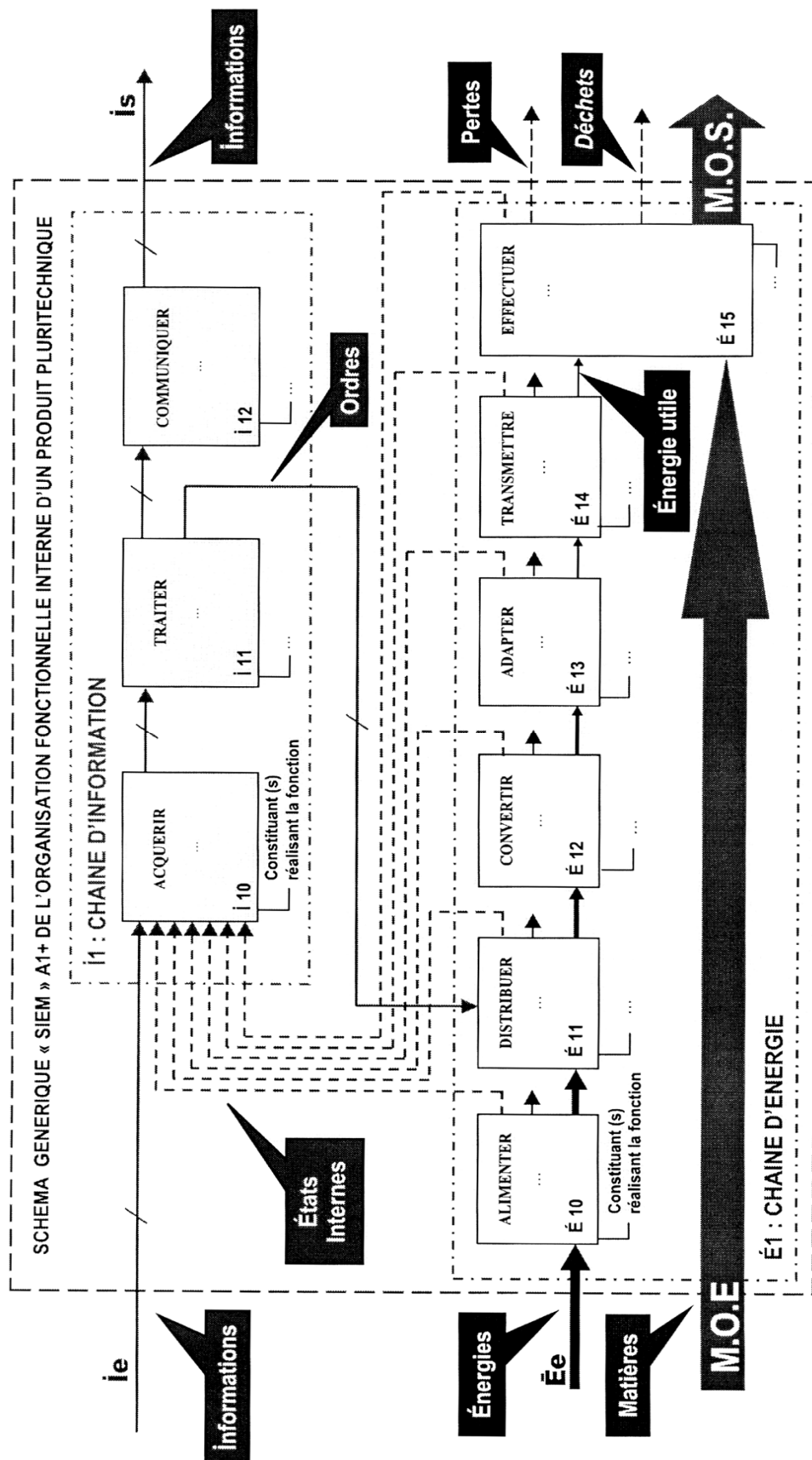


### 13.3 Chaîne d'information et chaîne d'énergie d'un système pluritechnique selon le document d'accompagnement des programmes de sciences de l'ingénieur au lycée (2002)



MEN (2002). *Accompagnement des programmes. Initiation aux sciences de l'ingénieur. Informatique et systèmes de production. (Classe de seconde générale et technologique). Sciences de l'ingénieur (cycle terminal de la série scientifique).* Ministère de l'Éducation nationale. Paris : CNDP. (p. 55 et 56).

### 13.4 Schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique, synthèse



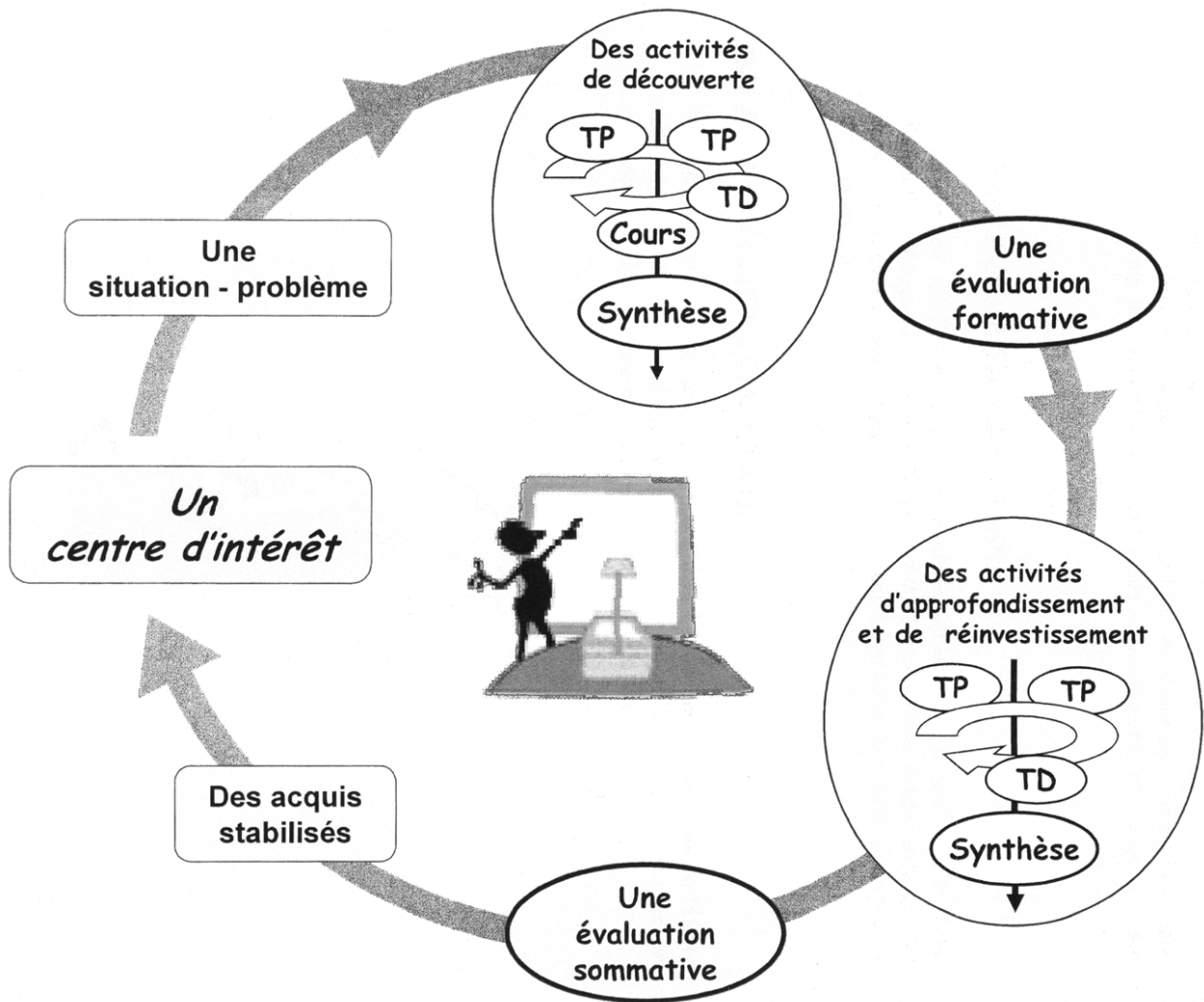
Hamon Christian (2007). *La méthode SIEM*. Des schémas fonctionnels génériques pour modéliser les produits pluritechnologiques.

## 13.5 Présentation des programmes de seconde ISI en termes de compétences attendues

1 - Analyse fonctionnelle des produits					
<b>Données initiales</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- le produit réel en état de fonctionnement ;</li> <li>- une notice technico-commerciale décrivant ses caractéristiques principales, ses conditions et son mode d'utilisation ;</li> <li>- son cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>- éventuellement sa représentation et une simulation de son fonctionnement ;</li> <li>- éventuellement tout ou partie de son architecture sous forme de schéma-bloc.</li> </ul>					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les éléments transformés par le produit.</li> <li>- Décrire la valeur ajoutée apportée par le produit et énoncer sa fonction de base.</li> <li>- Configurer, régler le produit dans des cas simples et le faire fonctionner dans un mode de fonctionnement normal.</li> <li>- Distinguer la fonction de base parmi les fonctions de service ; une fonction d'usage d'une fonction d'estime ; une fonction de service d'une fonction technique.</li> <li>- Repérer les solutions constructives associées aux fonctions techniques qui contribuent à la réalisation des fonctions d'usage.</li> </ul>	<b>1.1 Expression du besoin</b>				
	- Marché, client, concurrence.	X			
	- Coûts, rapport qualité-prix.	X			
	- Satisfaction du besoin, notion de valeur d'usage.	X			
	<b>1.2 Produit et valeur ajoutée</b>				
	- Frontière d'un produit technique.		X		
	- Interacteurs.		X		
	- Fonctions de service et fonction de base d'un produit		X		
	- Nature des éléments transformés par le produit : matières, énergies, informations.		X		
	- Caractéristiques d'entrée et de sortie des éléments transformés		X		
	<b>1.3 Organisation fonctionnelle des produits</b>				
	- Fonctions d'usage.		X		
	- Contraintes.		X		
	- Fonctions techniques associées		X		
- Chaîne de fonctions : chaîne d'énergie . chaîne d'information.		X			

Arrêté du 20 juillet 2001. BO hors série n° 2 du 30 août 2001, p. 38. Relatif aux programmes d'Initiation aux sciences de l'ingénieur et d'Informatique et systèmes de production, classe de seconde.

### 13.6 Organisation pédagogique par centres d'intérêt



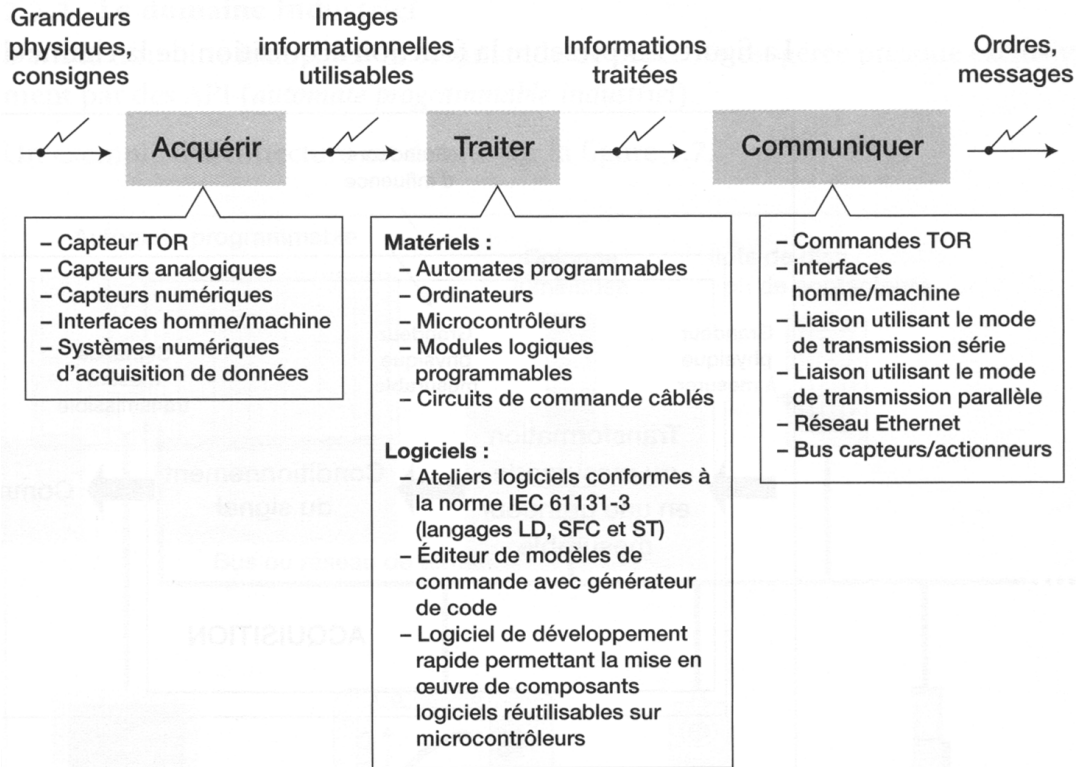
Publications du groupe d'inspection générale des sciences et techniques industrielles (2002).

## 13.7 Planning de travaux pratiques tournants

Élève	SEMAINE 1	SEMAINE 2	SEMAINE 3	SEMAINE 4	SEMAINE 5	SEMAINE 6	SEMAINE 7
A	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	synthèse
B	TP1	TP4	TP3	TP5	TP6	TP2	
C	TP2	TP1	TP4	TP3	TP5	TP6	
D	TP2	TP4	TP5	TP6	TP3	TP1	
E	TP3	TP1	TP6	TP4	TP2	TP5	
F	TP3	TP5	TP6	TP1	TP4	TP2	
G	TP4	TP2	TP5	TP1	TP6	TP3	
H	TP4	TP6	TP1	TP2	TP3	TP5	
I	TP5	TP3	TP1	TP6	TP2	TP4	
J	TP5	TP6	TP2	TP3	TP1	TP4	
K	TP6	TP3	TP2	TP5	TP4	TP1	

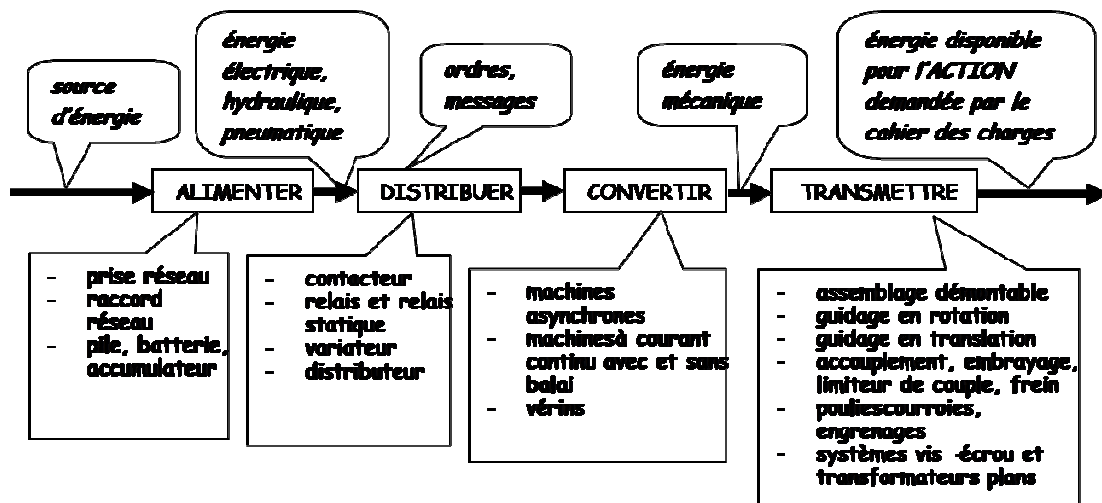
## 13.8 Structuration de l'étude des solutions constructives (constituants, composants, logiciels) par l'organisation des systèmes en chaînes d'énergie et d'information

### 13.8.1 Chaîne d'information



Brysebout Claudine, Laurent Christian, Lauzier Michel, Prost Guy, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas (2003). *Terminales S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 9).

### 13.8.2 Chaîne d'énergie



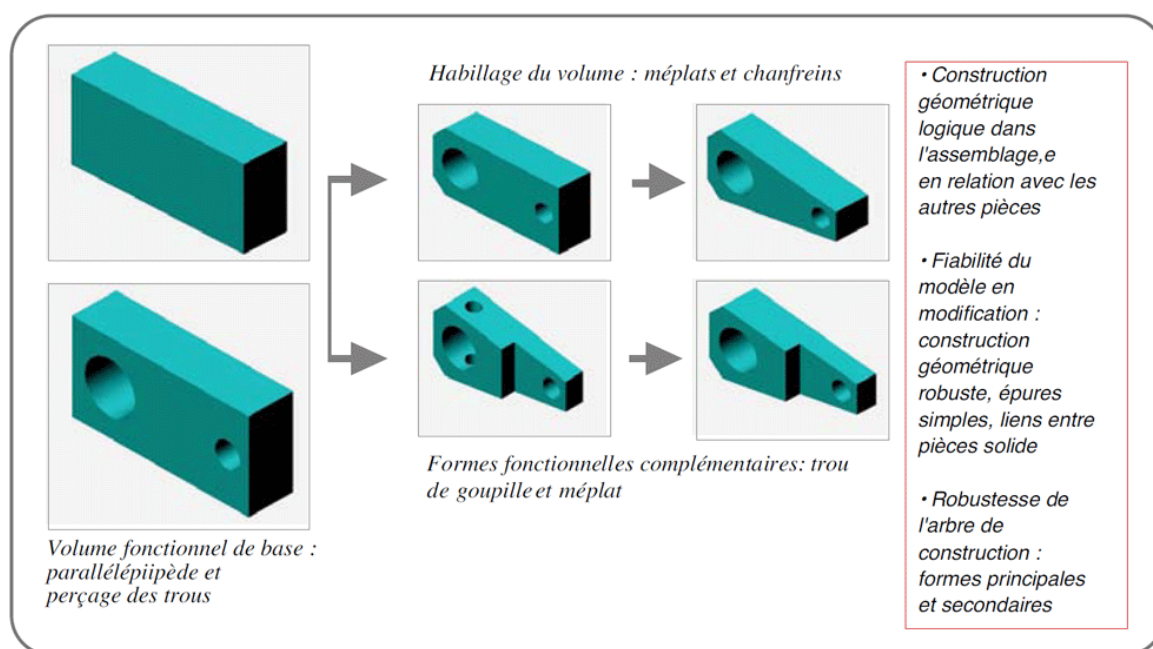
Bonis Marc (2001). *Présentation du référentiel et du livret d'accompagnement* - Groupe d'experts STI - Référentiel S.SI - Document de travail. Diaporama. (p. 18).



### 13.9 Exemple d'organisation possible des huit heures hebdomadaires en première et terminale S sciences de l'ingénieur

Plusieurs répartitions horaires possibles sur des plages de 4 heures			
Cours : 1 h	TP : 3	Cours : 1 h	TP : 3 h
Cours : 2 h	TPE ou PPE <sup>1</sup> : 2 h	TP : 2 h	TP : 2 h
Cours : 2 h	TPE ou PPE : 2 h	TP : 3 h	Synthèse : 1 h
Cours : 2 h	TPE ou PPE : 2 h	TPE ou PPE : 3 h	Synthèse : 1 h
Cours : 2 h	TPE ou PPE : 2 h	TPE ou PPE : 4 h	

### 13.10 Modeleur volumique et représentation en 3D



*Doigt issu d'un système Festo d'assemblage de taille-crayon*

Taraut Dominique (2001). *Les modeleurs volumiques : Pourquoi et comment les utiliser dans l'enseignement technologique et professionnel*. Séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques « Comment former aux compétences de la conception ? », pp.109-124. Cachan : STEF, ENS Cachan, INRP. (p. 120).

<sup>1</sup> TPE (travaux personnels encadrés) sur le premier semestre en 1<sup>e</sup> et PPE (projet pluritechnologique encadré) sur le deuxième semestre en terminale

## 13.11 Rédaction des programmes des classes préparatoires TSI (Technologie et sciences industrielles) sous forme de compétences, de savoirs et savoir-faire associés et niveaux taxonomiques.

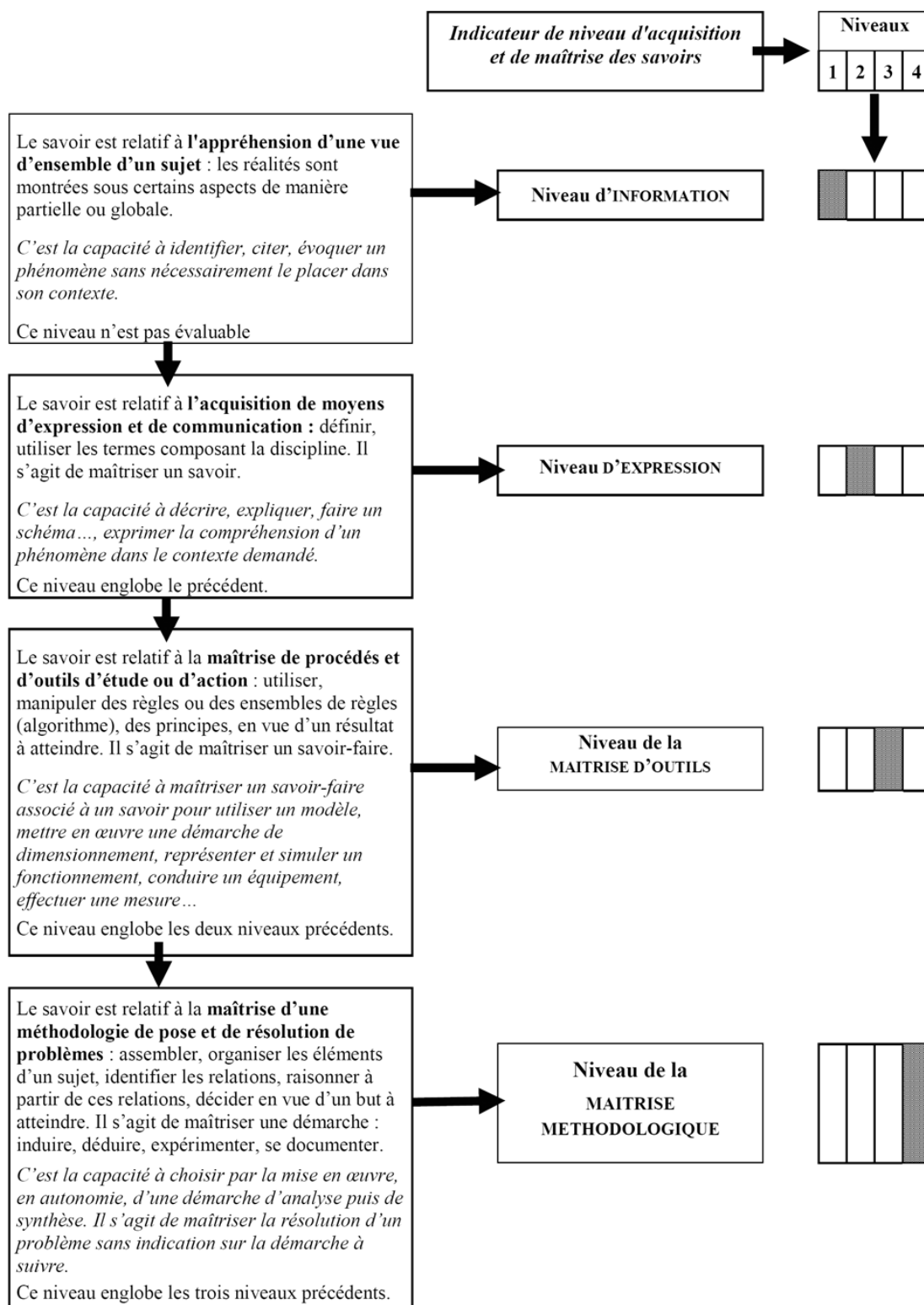
### 13.11.1 Extrait du programme

S1 Analyse fonctionnelle		Enseignement abordé en 1 <sup>ère</sup> année			
Compétences attendues	Savoirs et savoir-faire associés	Niveaux d'acquisition			
		1	2	3	4
<p>→ <i>Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé.</i></p> <p>→ <i>Le cahier des charges du produit ou du système étant fourni.</i></p> <p>Les compétences acquises doivent permettre de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>décrire</b> la frontière de l'étude,</li> <li>- <b>énoncer</b> les fonctions de service du produit et les mettre en relation avec le besoin et des contraintes à satisfaire,</li> <li>- <b>identifier</b>, pour une fonction donnée : critères, niveaux, flexibilité,</li> <li>- <b>décoder</b> un schéma bloc décrivant l'architecture fonctionnelle d'un système,</li> <li>- <b>identifier et caractériser</b> les éléments transformés et <b>décrire</b> les différents flux (physique, énergétique, informationnel).</li> </ul>	<p><b>S11 Le point de vue externe (1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin à satisfaire.</li> <li>• Cycle de vie du produit.</li> <li>• Expression fonctionnelle du besoin.</li> <li>• Frontière d'une étude, diagramme des interacteurs.</li> <li>• Fonctions de service (usage, estime), contraintes.</li> <li>• Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité).</li> </ul>				
	<p><b>S12 Le point de vue interne (1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques : outil FAST.</li> <li>• Autres outils de représentation fonctionnelle des systèmes et produits : diagramme d'activité, synoptique, schéma bloc.</li> <li>• Architecture fonctionnelle des produits et systèmes : chaîne d'énergie, chaîne d'information. Relations entre chaîne d'énergie et chaîne d'information.</li> <li>• Fonctions élémentaires d'une chaîne d'énergie : alimenter, distribuer, convertir, transmettre, agir.</li> <li>• Fonctions élémentaires d'une chaîne d'information : acquérir, traiter, communiquer.</li> <li>• Nature, caractéristiques et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information. Homogénéité des chaînes fonctionnelles et compatibilité des paramètres d'interface entre les différentes fonctions d'une chaîne.</li> </ul>				
<p><b>Commentaires et limitations :</b></p> <p>(1) L'analyse fonctionnelle, outil indispensable à la conception et à la réalisation de produits compétitifs, constitue un moyen de situer une problématique technique et fournit un cadre structurant des connaissances visées par le programme, quel que soit le champ technologique abordé. Son enseignement sera abordé au travers de quelques exemples pertinents et par la mise en situation systématique des fonctions techniques, objets d'études lors des TD ou des TP.</p>					

Arrêté du 4 juillet 2005. JORF du 16 juillet 2005, texte 21. Relatif aux programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur pour les classes préparatoires de première et seconde année de technologie et sciences industrielles (TSI).

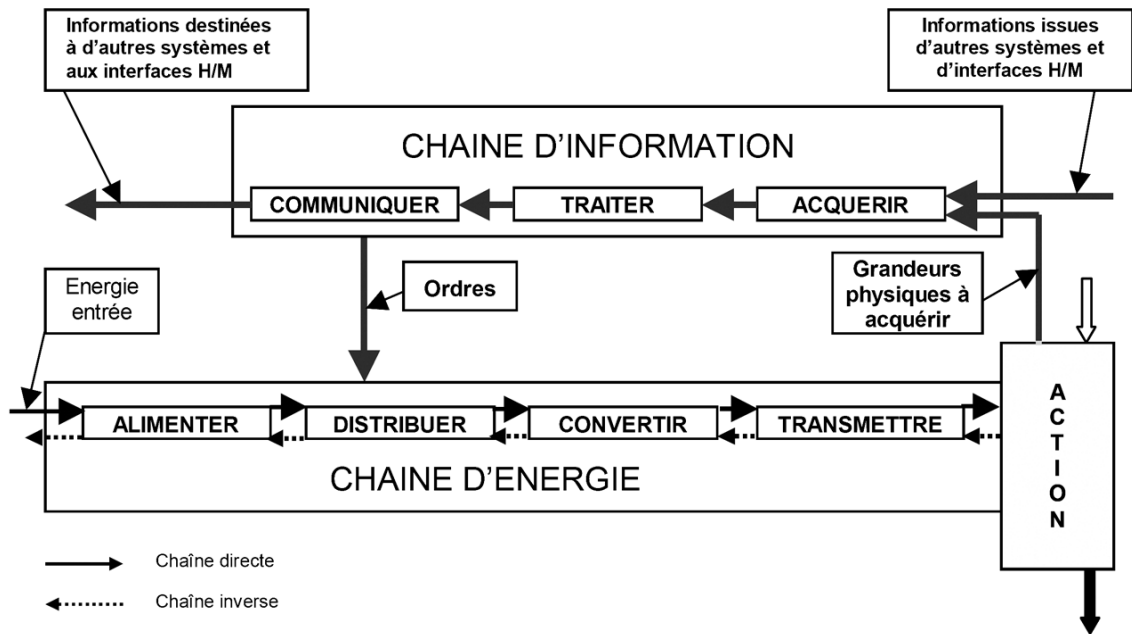
## 13.11.2 Détails des niveaux taxonomiques

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



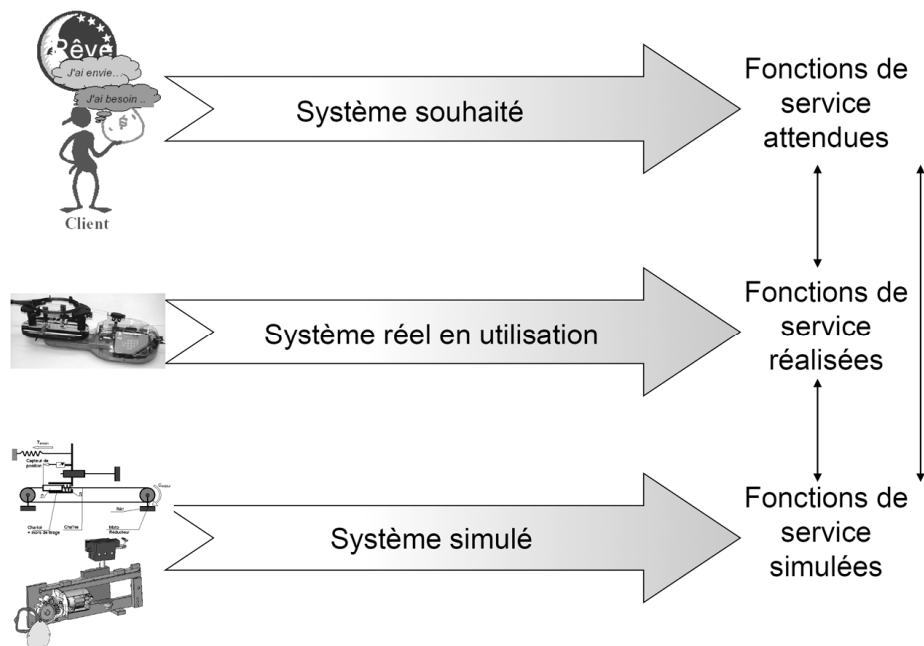
Arrêté du 4 juillet 2005. JORF du 16 juillet 2005, texte 21. Relatif aux programmes de sciences industrielles pour l'ingénieur pour les classes préparatoires de première et seconde année de technologie et sciences industrielles (TSI).

### 13.12 Particularités du schéma générique d'un système en classes préparatoires TSI (technologie et sciences industrielles) : réversibilité de la chaîne d'énergie



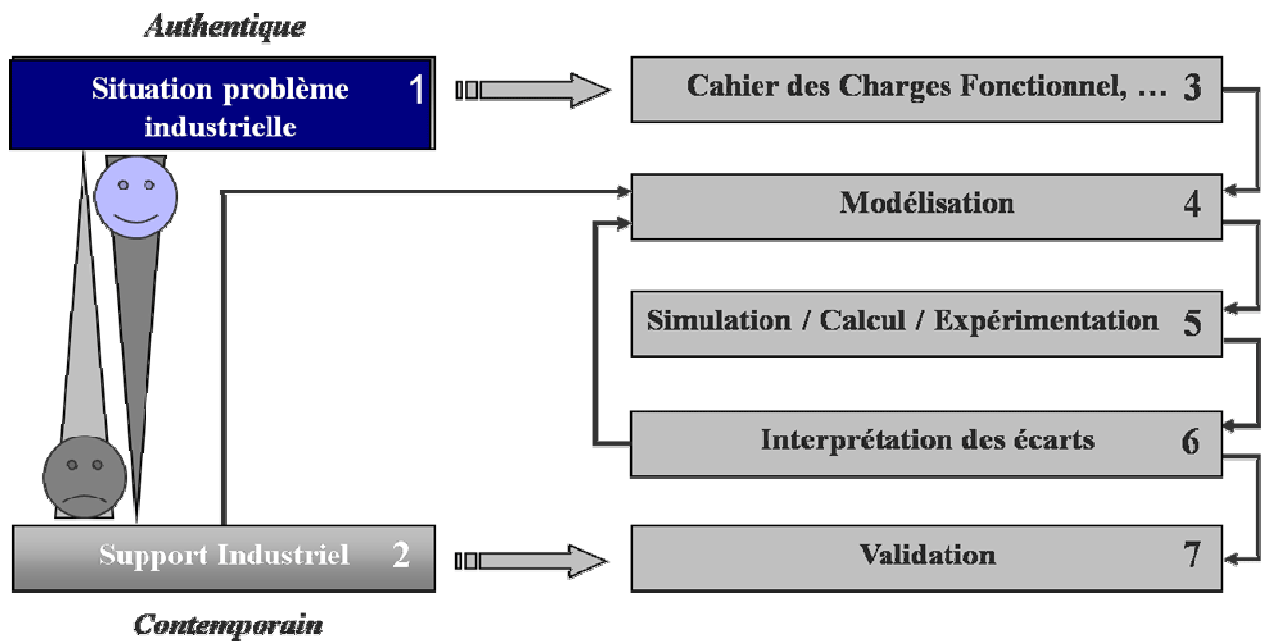
Bergmann Claude (2005). *Repères pour la formation CPGE TSI Classes préparatoires aux grandes écoles Technologie et sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale.

### 13.13 Écarts entre les fonctions de service attendues, réelles et simulées



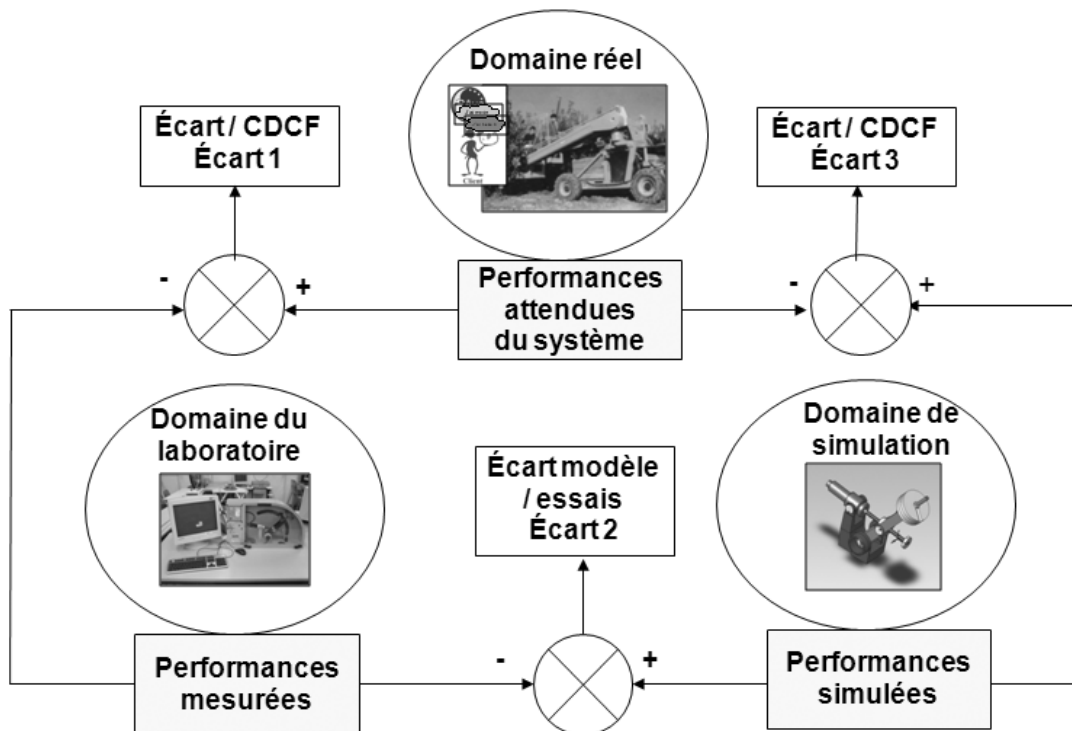
Riou Hervé (2006). *Exemple d'organisation de Cours, TD et TP en MPSI / PCSI*. Séminaire de réflexion sur la PT. Diaporama. 15 décembre 2006. (p. 14).

### 13.14 L'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels dans la filière PT des classes préparatoires



Reynaud Jean Marie, Launay Luc (2006). *L'environnement numérique au service de l'analyse et la conception des systèmes industriels*. Séminaire national PT. 15 décembre 2006. Diaporama. Paris : CERPET.

### 13.15 La démarche ingénieur



IGEN STI (2009). *Séminaire CPGE*. Diaporama. Paris le 9 juillet 2009. (p. 42).

### 13.16 Les différences entre technologie et sciences selon l'inspection générale des Sciences et techniques industrielles (STI)

	Technologie	Sciences
<b>Finalités</b>	<b>Concevoir Produire</b>	<b>Modéliser Comprendre</b>
<b>Supports</b>	<b>Biens et services Équipements / ouvrages</b>	<b>Phénomènes Êtres vivants Matière</b>
<b>Démarches</b>	<b>Technologique</b>	<b>Scientifique Expérimentale</b>
<b>Départ</b>	<b>Cahier des charges</b>	<b>Hypothèses Observation d'un fait naturel et/ou provoqué</b>

IGEN STI (2009). *Séminaire CPGE*. Diaporama. Paris le 9 juillet 2009. (p. 20).

### 13.17 Définition des différentes démarches selon l'inspection générale STI

**La démarche scientifique** - savoir regarder, questionner, observer, formuler une hypothèse et la valider, argumenter, modéliser de façon élémentaire - conduit à mettre en place des modèles de connaissance en référence à des faits et à des observations.

**La démarche expérimentale** - concevoir et appliquer un protocole, proposer des hypothèses, manipuler, mesurer, expérimenter, en utilisant les outils appropriés, y compris informatiques - fondée sur l'observation, la formulation d'hypothèses puis la réalisation d'expérimentations, dégage les principes et les règles générales de comportement et tente de construire des modèles théoriques. **La démarche expérimentale** a pour objets essentiels, soit de mettre en évidence et/ou de vérifier la pertinence de ces modèles, soit d'établir les relations entre les paramètres.

**La démarche technologique** se caractérise par un mode de raisonnement fait de transpositions, de similitudes de problématiques et d'analogies tout en tenant compte des contraintes techniques, environnementales et socio-économiques. La démarche pratique qui en est le cœur n'est que très partiellement expérimentale. Pour l'essentiel, les activités pratiques mises en œuvre ont pour objet de « réaliser », mettre en œuvre dans un contexte d'usage contraignant, maintenir, améliorer, etc., le tout avec la préoccupation de produire sans défaut.

**La démarche de projet** est une organisation destinée aux questions suivantes : à quels besoins faut-il répondre ? Que faut-il résoudre ? Quelle production faut-il réaliser ? ... Elle est structurée de la façon suivante :

- analyse de la situation (Formalisation des objectifs) ;
- choix d'une stratégie ;
- montage et planification du projet (étapes ? Comment les hiérarchiser ?) ;
- mise en œuvre du projet ;
- bilan (évaluation du projet, communication, ...).

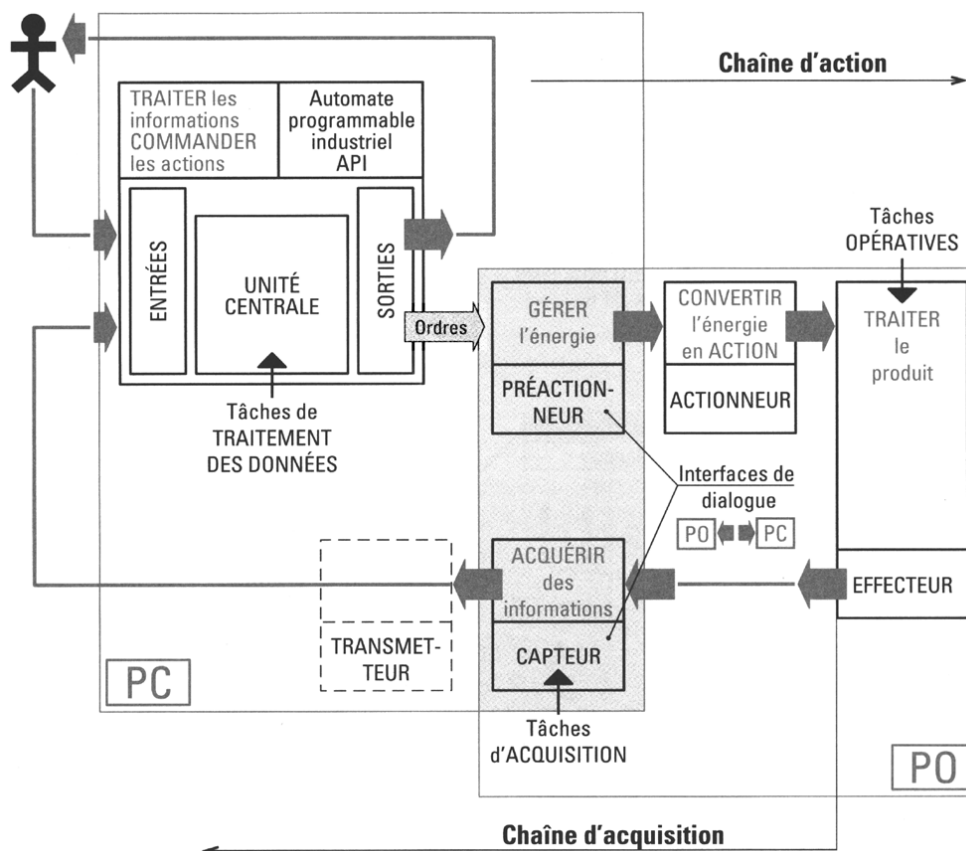
**La démarche d'investigation** est un ensemble d'actions et de réflexions autour d'un problème à résoudre qui vise à observer le comportement, le fonctionnement, la constitution d'un objet technique, à rechercher des informations et à identifier les solutions retenues ainsi que les principes qui les régissent.

**La démarche de résolution de problèmes techniques** est un ensemble structuré de réflexions et d'actions visant, à partir de l'expression du problème :

- à l'explicitier ;
- à identifier les contraintes qui y sont associées, le niveau de réponse attendue et les types de résolutions possibles (lois, règles, outils, méthodes, organisation...)
- à appliquer les méthodes de résolution ;
- et à comparer les résultats afin de faire un choix justifiable.

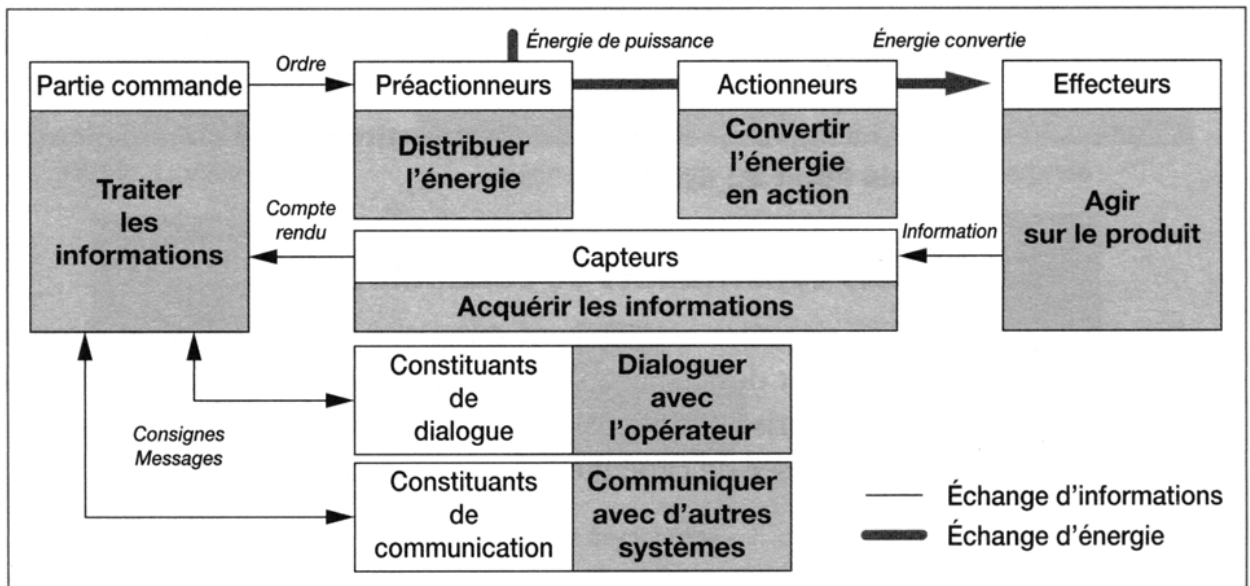
### 13.18 Version améliorée du schéma d'une chaîne fonctionnelle, version 1992

#### 13.18.1 Chaîne fonctionnelle avec repérage des interfaces de dialogue chez l'éditeur Casteilla



Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>e</sup> édition)*. Paris : Casteilla. (p. 21).

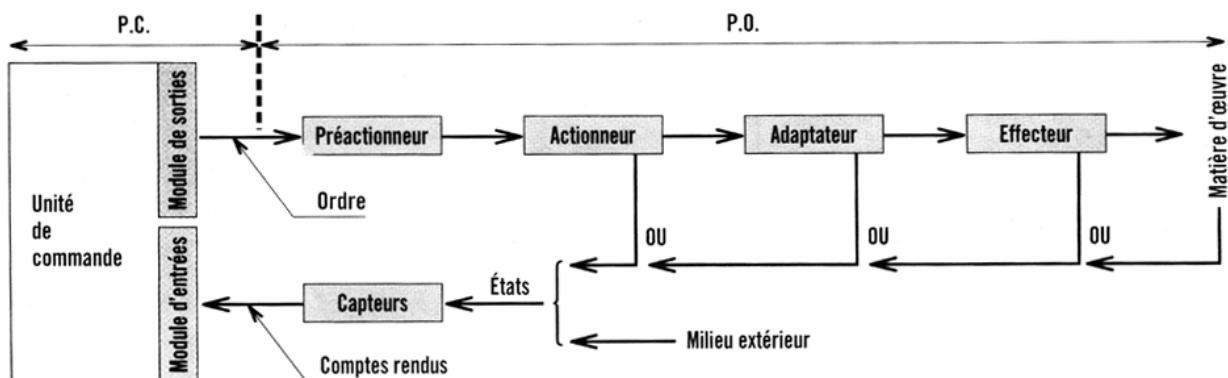
### 13.18.2 Chaîne fonctionnelle avec repérage des échanges d'information et d'énergie chez l'éditeur Foucher



Benielli François, Cerato Gilles (2001). *Première et terminale STI Automatique Informatique industrielle*. Paris : Foucher. (p. 19).

### 13.19 Partie opérative qui s'apparente à une chaîne d'énergie générique (fonction distribuer en moins) chez l'éditeur Hachette

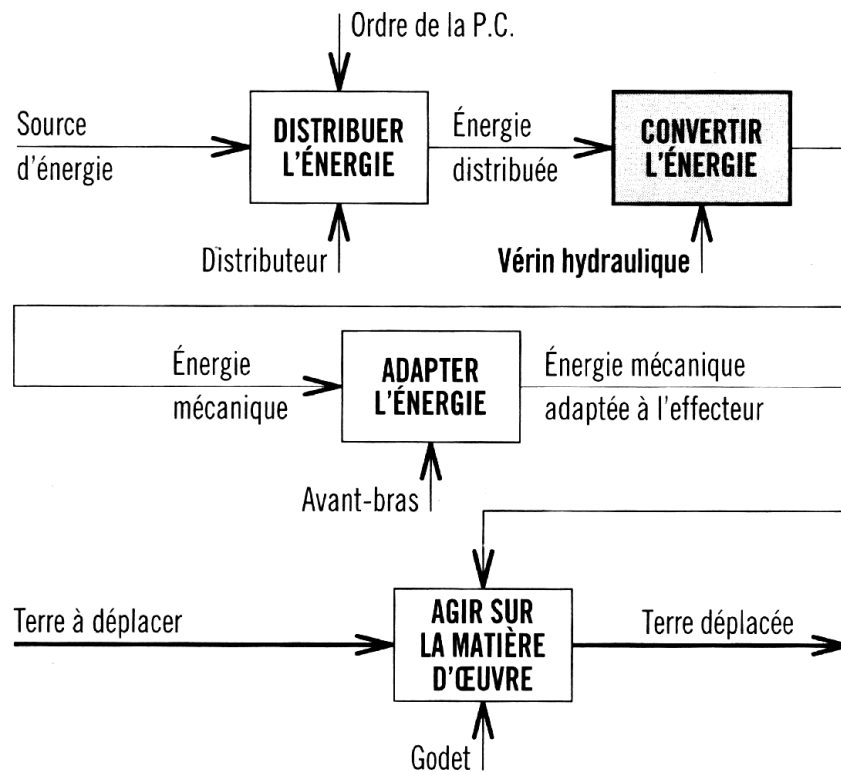
#### 13.19.1 Chaîne fonctionnelle complète



Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 30).



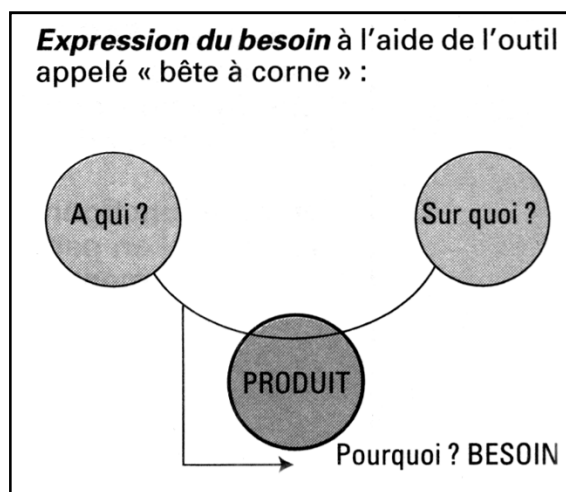
### 13.19.2 Chaîne d'action seule avec matière d'œuvre



Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 44).

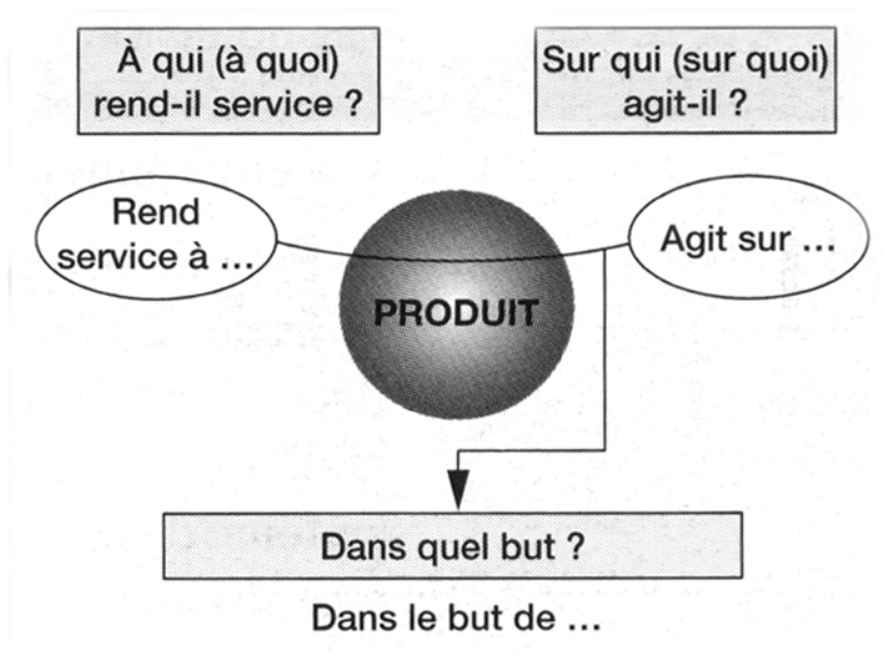
### 13.20 Bête à cornes (méthode APTE) dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée

#### 13.20.1 Le modèle chez l'éditeur Casteilla



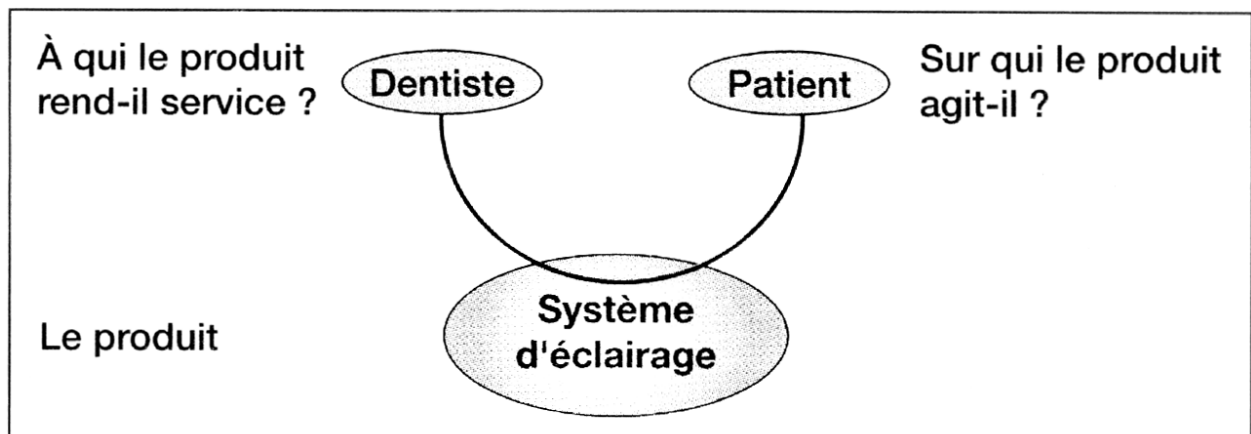
Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>e</sup> édition)*. Paris : Casteilla. (p. 13).

### 13.20.2 Le modèle chez l'éditeur Foucher



Brysebout Claudine, Lauzier Michel, Lhivert Jean, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas, Thourin Jean-Michel (2003). *Première S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 193).

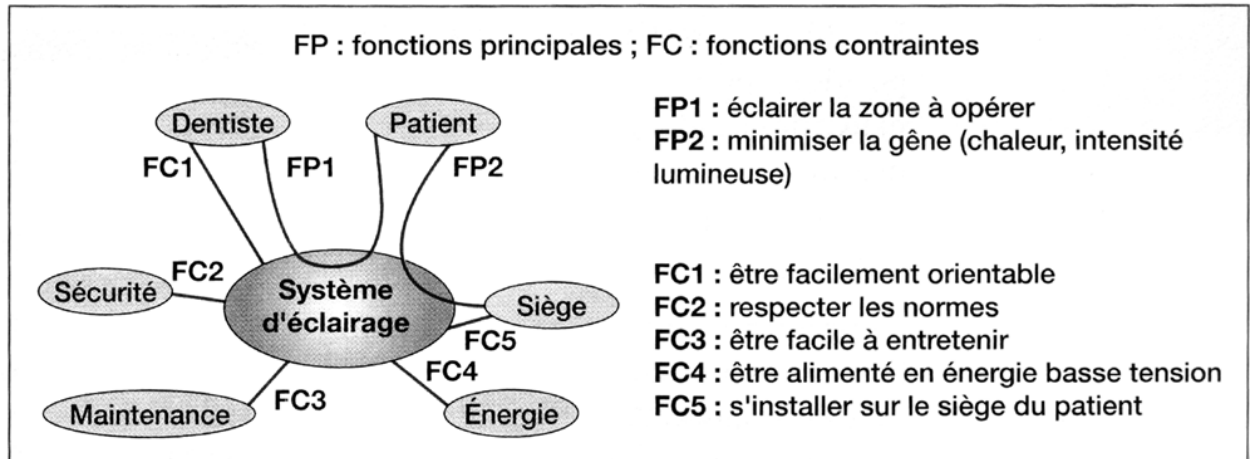
### 13.20.3 Une version allégée chez l'éditeur Foucher



Benielli François, Cerato Gilles, Vial, L.M. (2001). *Option seconde Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 23).

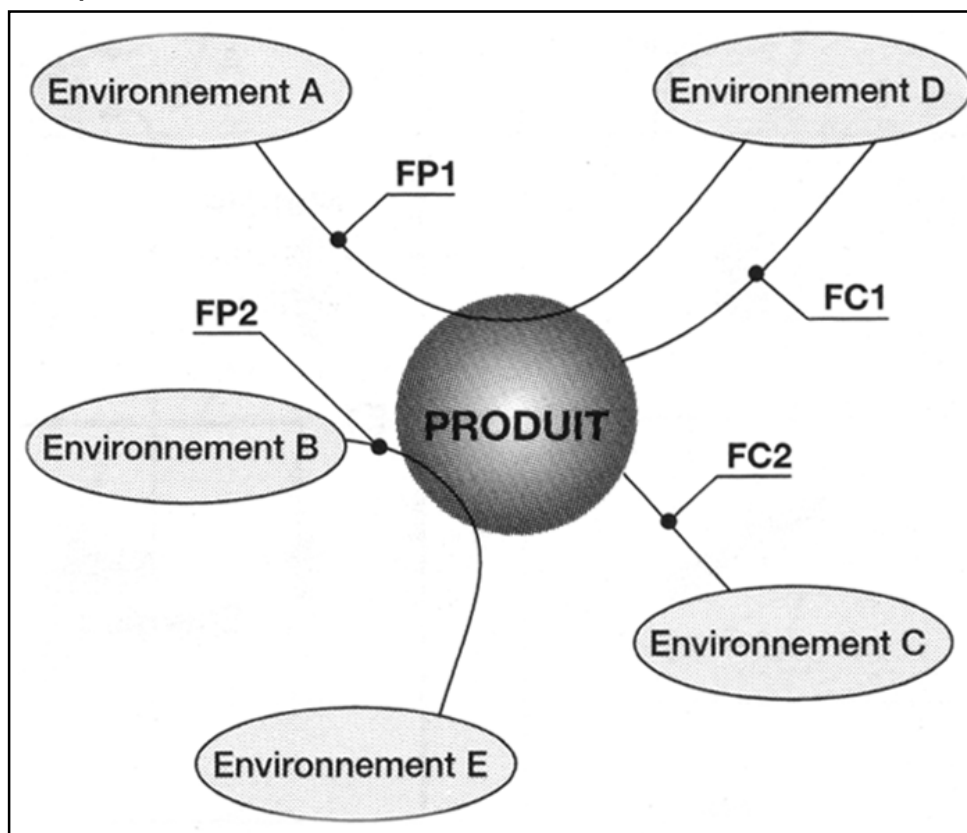
## 13.21 Diagramme des interacteurs dans les manuels de sciences de l'ingénieur au lycée

### 13.21.1 Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Foucher (classes de seconde)



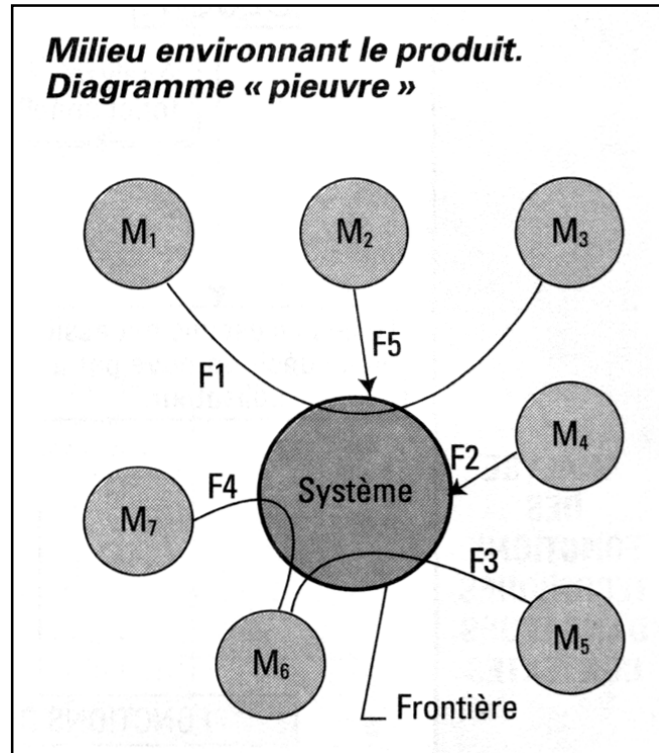
Benielli François, Cerato Gilles, Vial, L.M. (2001). *Option seconde Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 24)

### 13.21.2 Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Foucher (classes de première)



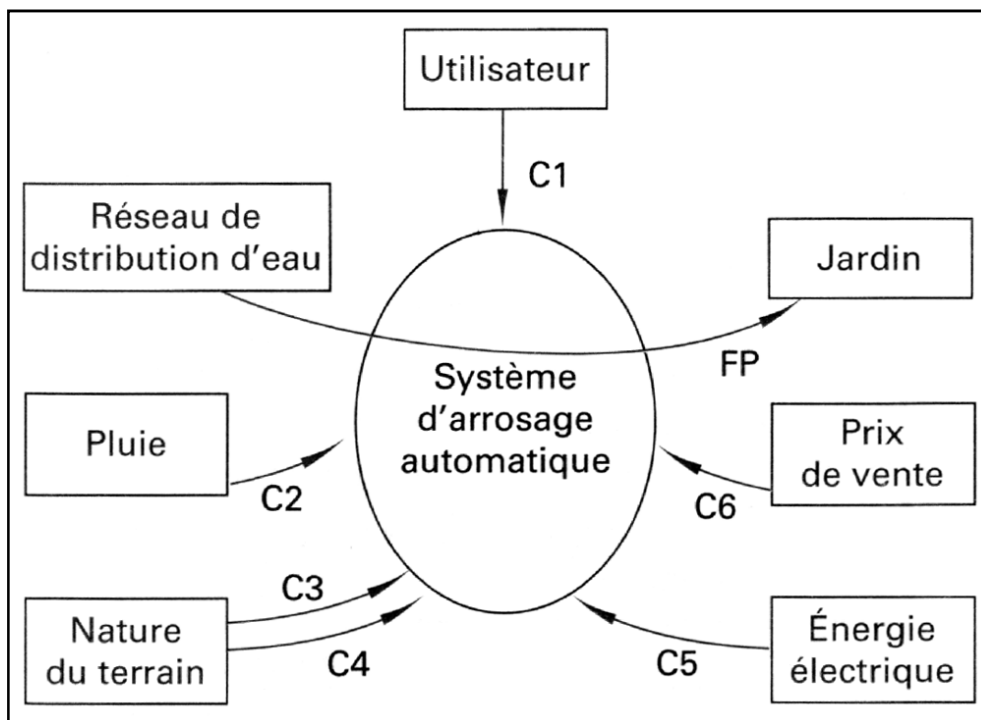
Brysebout Claudine, Lauzier Michel, Lhivert Jean, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas, Thourin Jean-Michel (2003). *Première S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 193).

### 13.21.3 Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Casteilla



Bauer Denis, Bourgeois René, Jakubowicz Marc (2001). *Première et terminale. Mémotech Sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla. (p. 13)

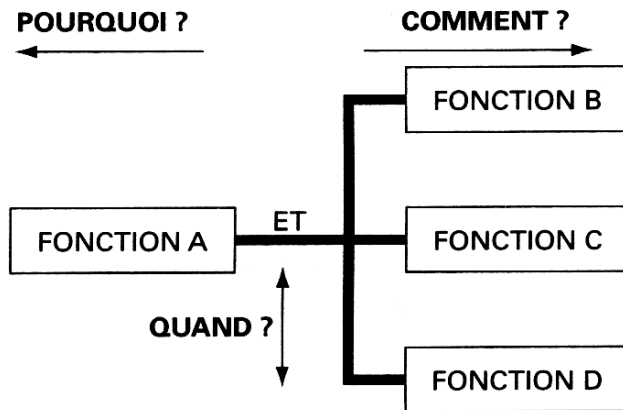
### 13.21.4 Diagramme des interacteurs chez l'éditeur Delagrave



Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave. (p. 15).

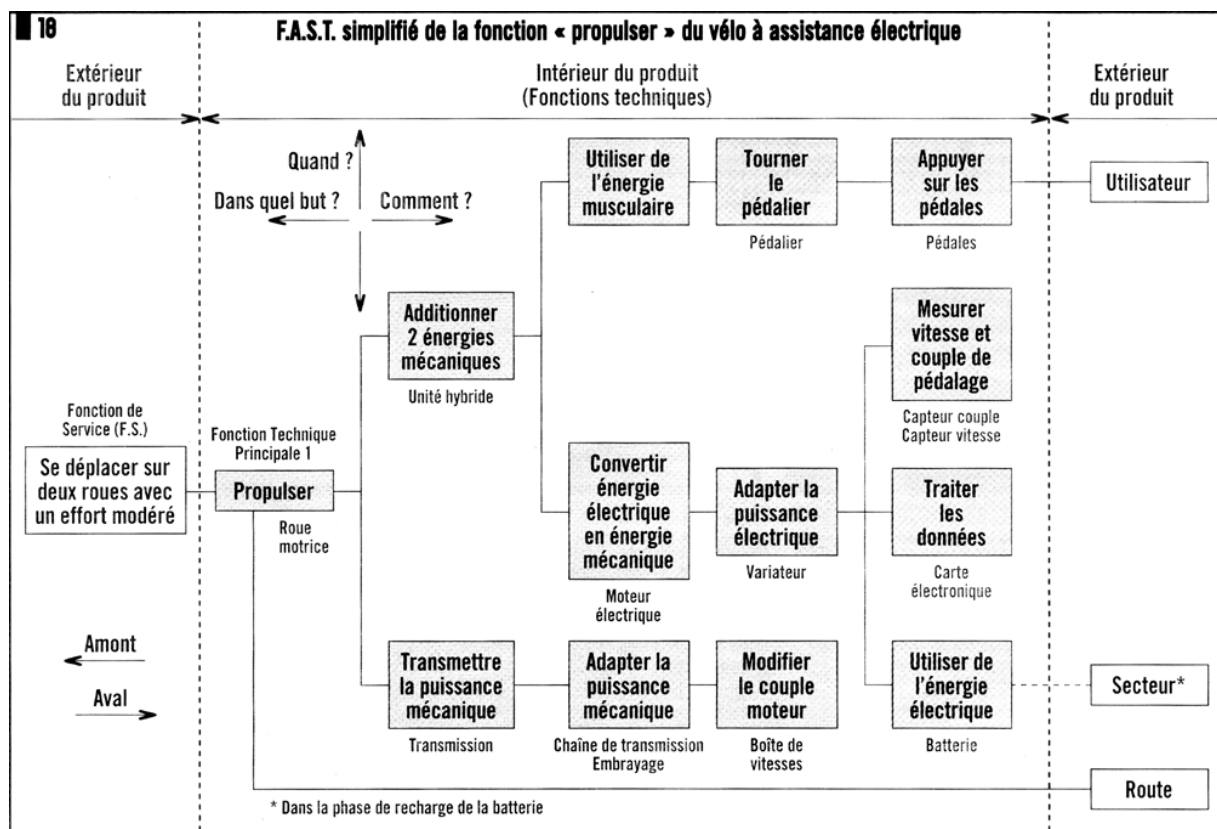
## 13.22 Diagramme FAST en classe de seconde initiation aux sciences de l'ingénieur

### 13.22.1 Modèle de diagramme FAST chez l'éditeur Delagrave



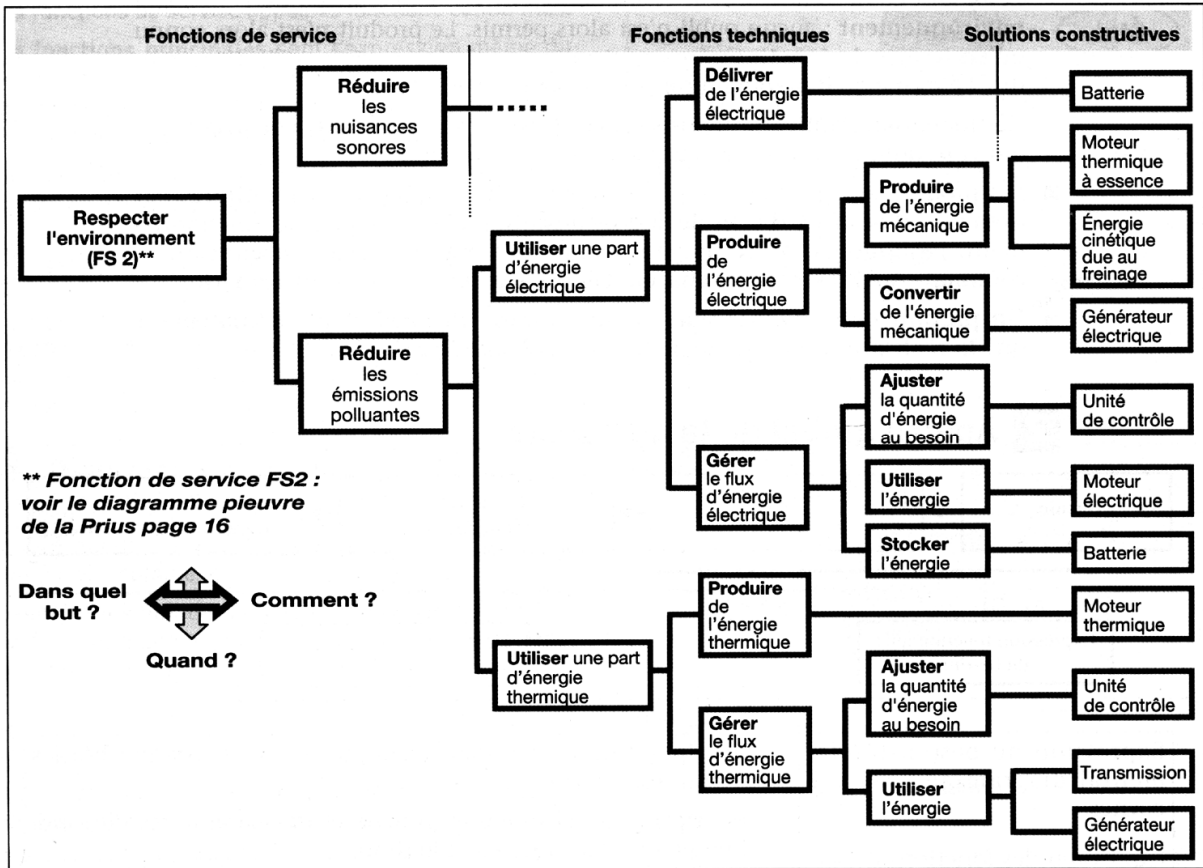
Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave. (p. 29).

### 13.22.2 Diagramme FAST chez l'éditeur Hachette



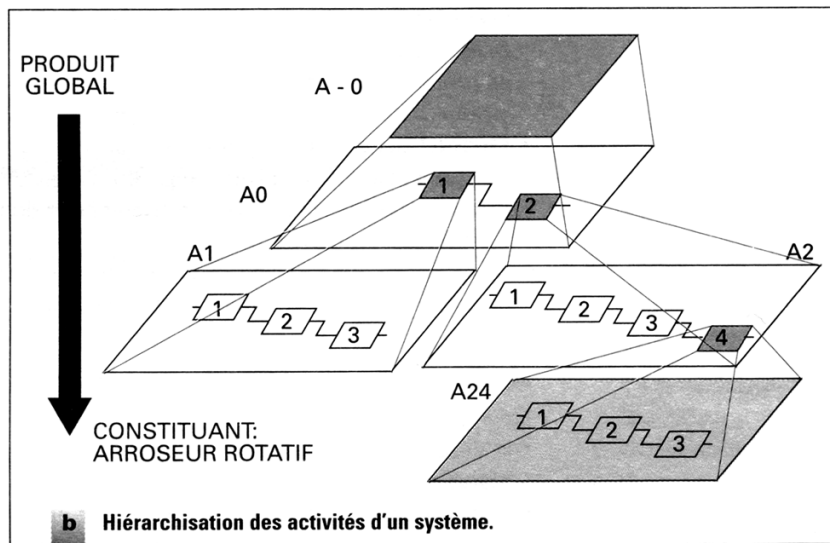
Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 19).

### 13.22.3 Diagramme FAST chez l'éditeur Nathan



Denud Bertrand, Gosse Jean-François, Lepercq Martial, Puech Laurent, Sevin Bernard (2005). *2<sup>de</sup> Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Nathan Technique. (p. 23).

### 13.23 Le retour de la SADT en seconde initiation aux sciences de l'ingénieur chez l'éditeur Delagrave



Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave. (p. 29).

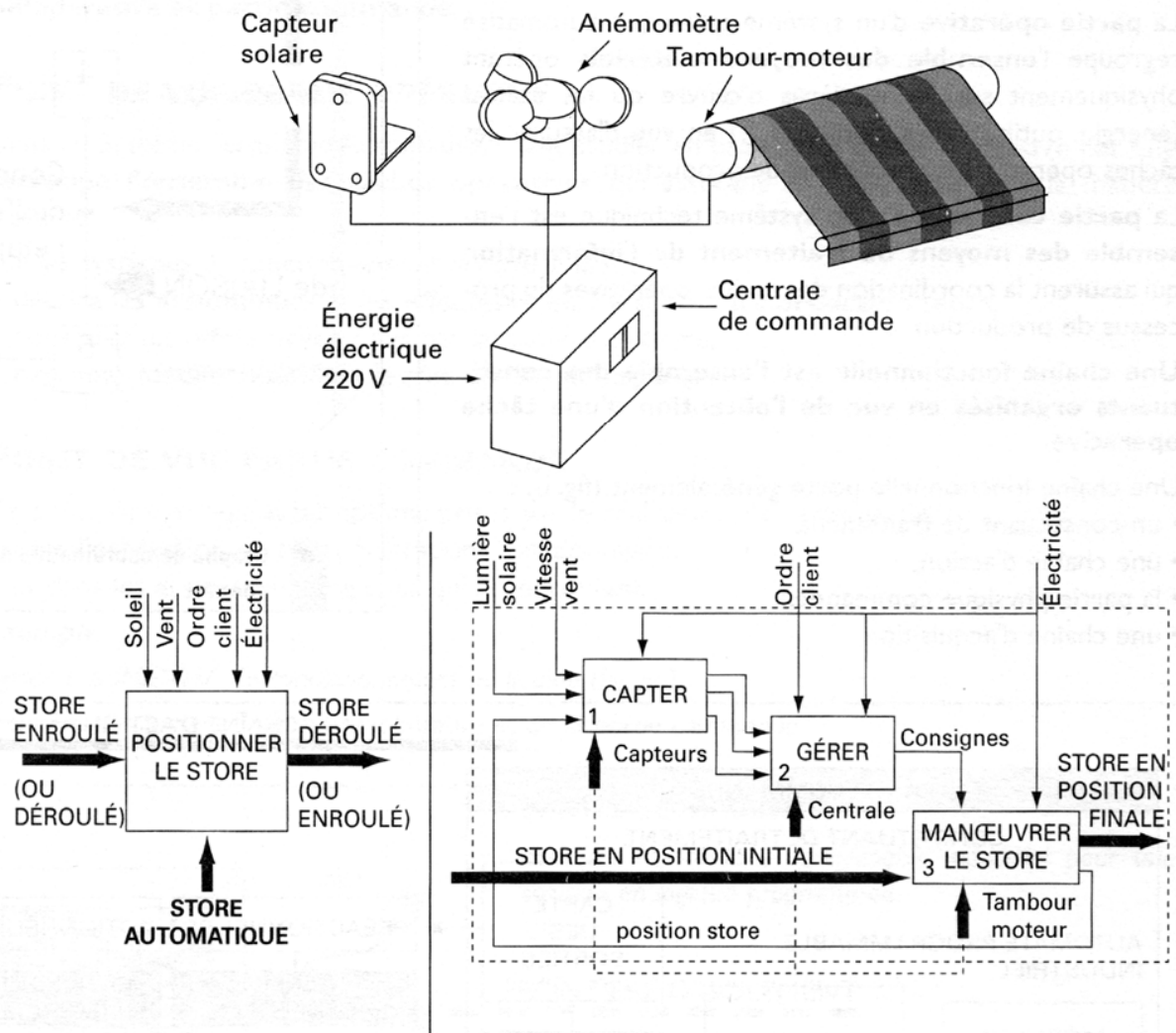
## 13.24 Fonction globale et décomposition fonctionnelle SADT d'un store automatique

### STORE AUTOMATIQUE

Pour un niveau donné d'intensité de lumière solaire le store s'abaisse automatiquement. Il se relève pour un faible niveau d'ensoleillement ou pour un niveau de force du vent trop élevé.

Le niveau de force du vent est prioritaire sur le niveau d'ensoleillement.

D'où le diagramme d'activité de niveau global de ce système ainsi que celui du niveau immédiatement inférieur.



L'expression de l'analyse fonctionnelle par un diagramme d'activité est l'outil d'expression utilisé pour mieux comprendre la nature et l'hierarchisation des fonctions du système.

## 13.25 Synthèse des méthodes d'analyse fonctionnelle et outils qui les accompagnent.

### 13.25.1 Synthèse selon l'éditeur Casteilla

1.1.2. OUTILS D'EXPRESSION DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE		
<b>OBJECTIFS</b>	L'analyse fonctionnelle cherche à répondre à la question : « À quoi ça sert ? ». Elle a pour objectif de recenser les <b>besoins de l'utilisateur</b> et sert à formuler clairement et de manière ordonnée les <b>fonctions</b> que doit assurer le produit.	
<b>MÉTHODE D'ANALYSE A.P.T.E.</b>	<p>1.1.2.a <b>OUTIL : BÊTE À CORNES</b></p> <p>Cet outil d'analyse permet d'énoncer clairement le besoin à satisfaire par le produit en répondant à trois questions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- à <b>qui</b> (à quoi) le produit rend-il service ?</li> <li>- <b>sur qui</b> (sur quoi) agit-il ?</li> <li>- <b>dans quel but</b> ?</li> </ul> <p>Après avoir été énoncé, le besoin doit être validé à partir de deux questions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>pourquoi</b> ce besoin existe-t-il ?</li> <li>- qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ou disparaître ?</li> </ul>	<p>Exemple : store d'extérieur automatique</p>
	<p>1.1.2.b <b>DIAGRAMME PIEUVRE</b></p> <p>Cet outil d'analyse permet d'identifier les fonctions de service (principales ou complémentaires) entre le produit et son environnement.</p> <p><b>Démarche utilisée :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>rechercher</b> tous les éléments extérieurs en relation avec le produit ;</li> <li>- <b>relier</b> le produit aux éléments extérieurs (construction de la pieuvre).</li> </ul> <p>Dans l'exemple ci-contre, en fonction de l'orientation des flèches, le produit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- doit <b>s'adapter</b> aux rayons du soleil, au vent, à la pluie et au gel, à l'énergie électrique, à l'utilisateur ;</li> <li>- doit <b>agir</b> sur le mur support ;</li> <li>- doit <b>modifier l'action</b> des rayons du soleil sur l'utilisateur.</li> </ul> <p>- <b>formuler</b> la ou les fonctions de service entre le produit et un (ou plusieurs) éléments extérieurs.</p>	<p>FP : protéger l'utilisateur des rayons du soleil.  FC1 : se dérouler si le soleil brille.  FC2 : s'enrouler si le vent souffle trop fort.  FC3 : supporter les intempéries sans détériorations.  FC4 : utiliser l'énergie électrique du réseau.  FC5 : permettre un contrôle manuel de l'utilisateur.  FC6 : être accroché solidement à un mur vertical.</p>
	<p>1.1.2.c <b>DIAGRAMME FAST (Function Analysis System Technique)</b></p> <p>Cet outil d'analyse permet de <b>classer</b> les fonctions en leur attribuant un <b>ordre hiérarchique</b>, et de les <b>décomposer</b> pour définir des fonctions techniques.</p> <p>Il s'établit en répondant aux questions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>pourquoi</b> ?</li> <li>- <b>quand</b> ?</li> <li>- <b>comment</b> ?</li> </ul>	<p>Exemple : store d'extérieur automatique (très partiellement)</p>

Bourgeois René, Bogard Michel, Cognet René (2001). *Seconde générale et technologique. Mémotech Initiation aux sciences de l'ingénieur (1<sup>re</sup> édition)*. Paris : Casteilla. (p. 13).



## 13.25.2 Synthèse selon l'éditeur Nathan

### 1. Graphe « bête à cornes »

Ce graphe « **bête à cornes** » (Fig. 1) pose trois questions essentielles auxquelles il faut pouvoir répondre sans ambiguïté, car leurs réponses justifient l'étude qui est à mener sur le produit.

**À qui rend-il service ? Sur quoi agit-il ? Dans quel but ?**

### 2. Graphe des interactions

Cet outil graphique appelé aussi « **diagramme pieuvre** » (Fig. 2) fait apparaître deux types de liens :

- des liens qui traversent le produit associés à des fonctions de services appelées fonctions principales.
- des liens qui s'arrêtent sur lui auxquels on associe des fonctions de service appelées fonctions contraintes.

Les **fonctions principales** sont l'expression même du besoin (parmi elles, on note la **fonction de base**). Les **fonctions contraintes** représentent les actions ou/et les réactions du produit par rapport au milieu extérieur.

On classe aussi les fonctions de service par nature en **fonctions d'usage** ou **fonctions d'estime**.

### 3. Diagramme FAST

Lorsque les fonctions de services sont identifiées, le **diagramme FAST** (Fig. 3) les décompose en fonctions techniques pour aboutir aux solutions constructives qui font le produit.

### 4. Diagramme d'activité

Le diagramme d'activité ou **actigramme** (Fig. 4) est particulièrement adapté à la description des produits complexes, comme les systèmes automatiques.

Il précise les flux de matière d'œuvre, les paramètres de fonctionnement (données de contrôle) et la fonction globale réalisée par le système.

### 5. Schéma-bloc

Les produits complexes s'organisent souvent selon un schéma connu (Fig. 5), où une **chaîne d'information** apporte une certaine autonomie à la **chaîne d'énergie** nécessaire à l'action.

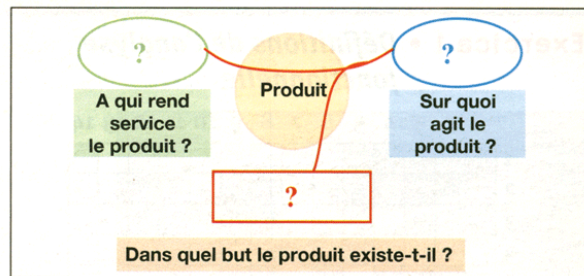


Fig. 1 Diagramme APTE.

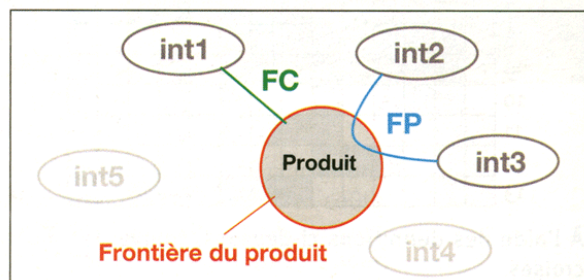


Fig. 2 Diagramme des interacteurs ou pieuvre.

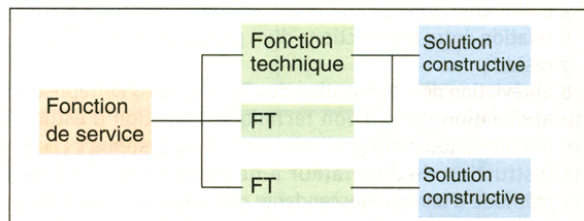


Fig. 3 Diagramme FAST.

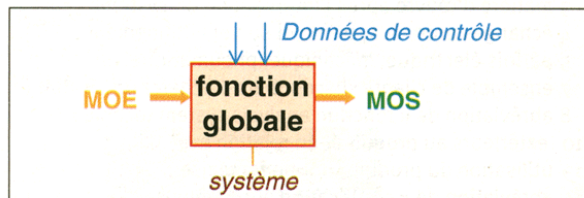
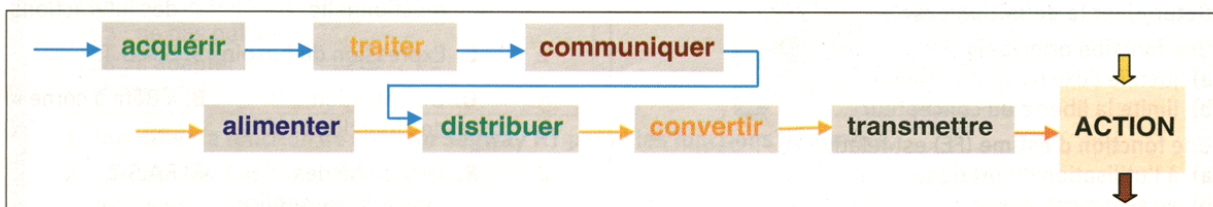
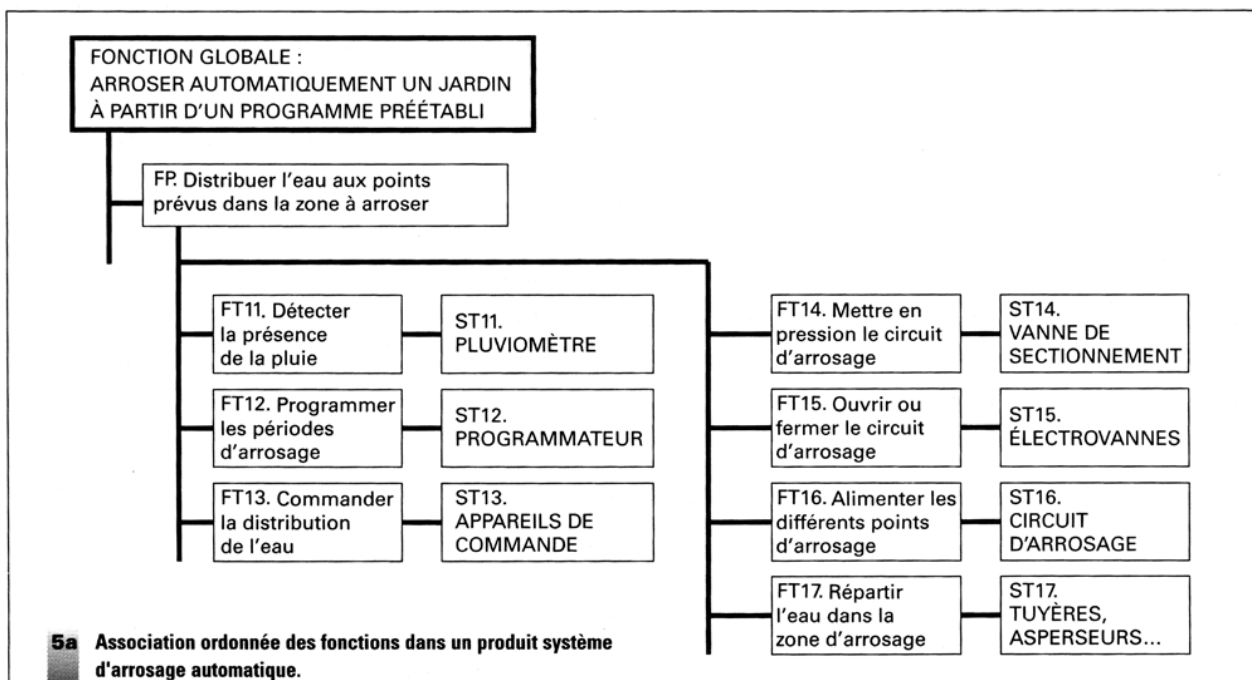
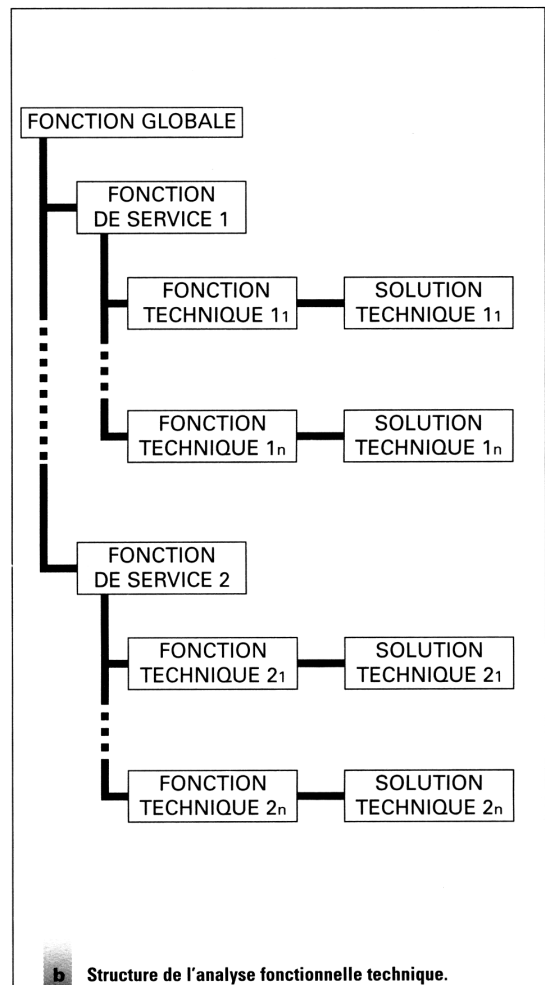
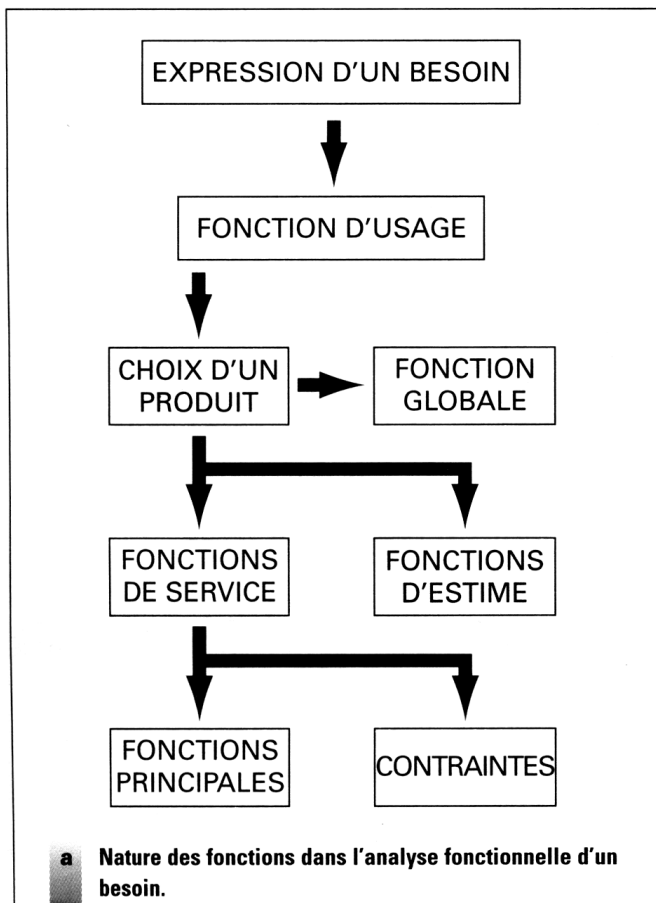


Fig. 4 Actigramme.



Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 13).

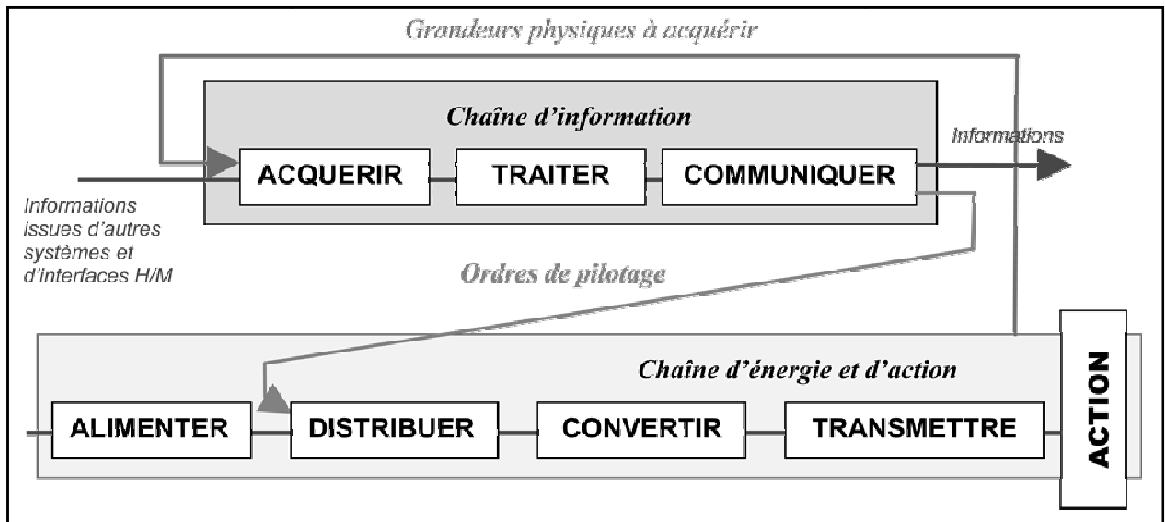
### 13.26 Un mélange des genres entre trois méthodes aboutit à des confusions



Rideau Alain, Bianciotto André, Boye Pierre (2001). *Initiation aux sciences de l'ingénieur Classe de seconde générale et technologique Formation continue*. Paris : Delagrave. (p. 16 et 17).

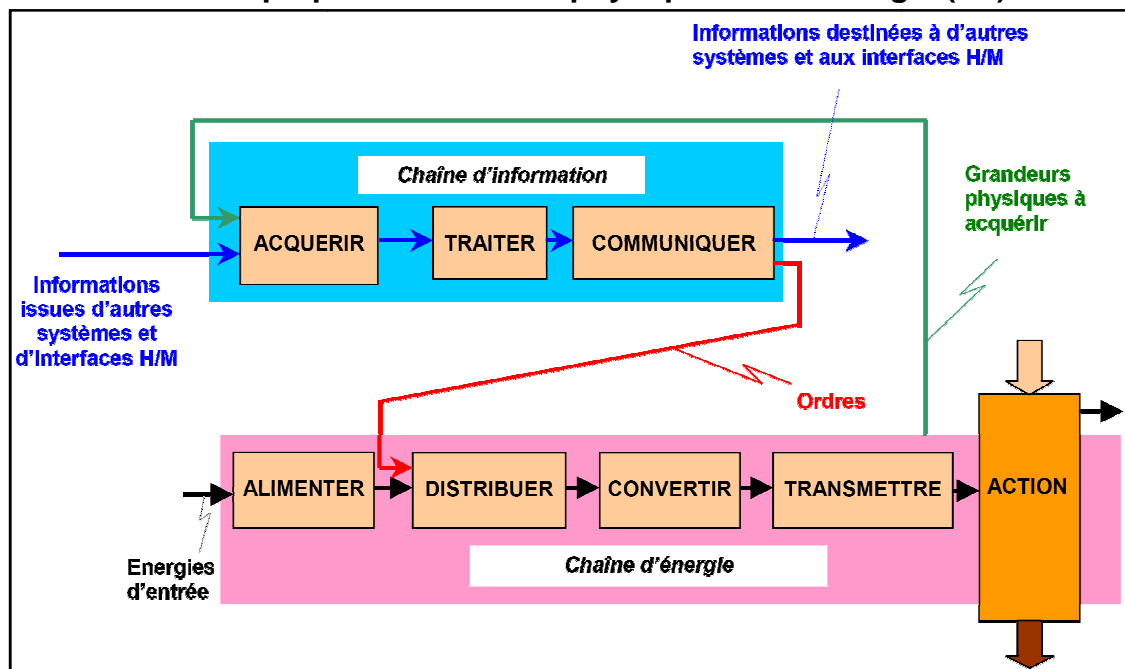
## 13.27 Introduction du schéma fonctionnel générique d'un produit pluritechnologique à tous les niveaux de l'enseignement de la technologie du collège aux classes préparatoires

### 13.27.1 Livret d'accompagnement du BTS conception et industrialisation en microtechniques (CIM) 2003



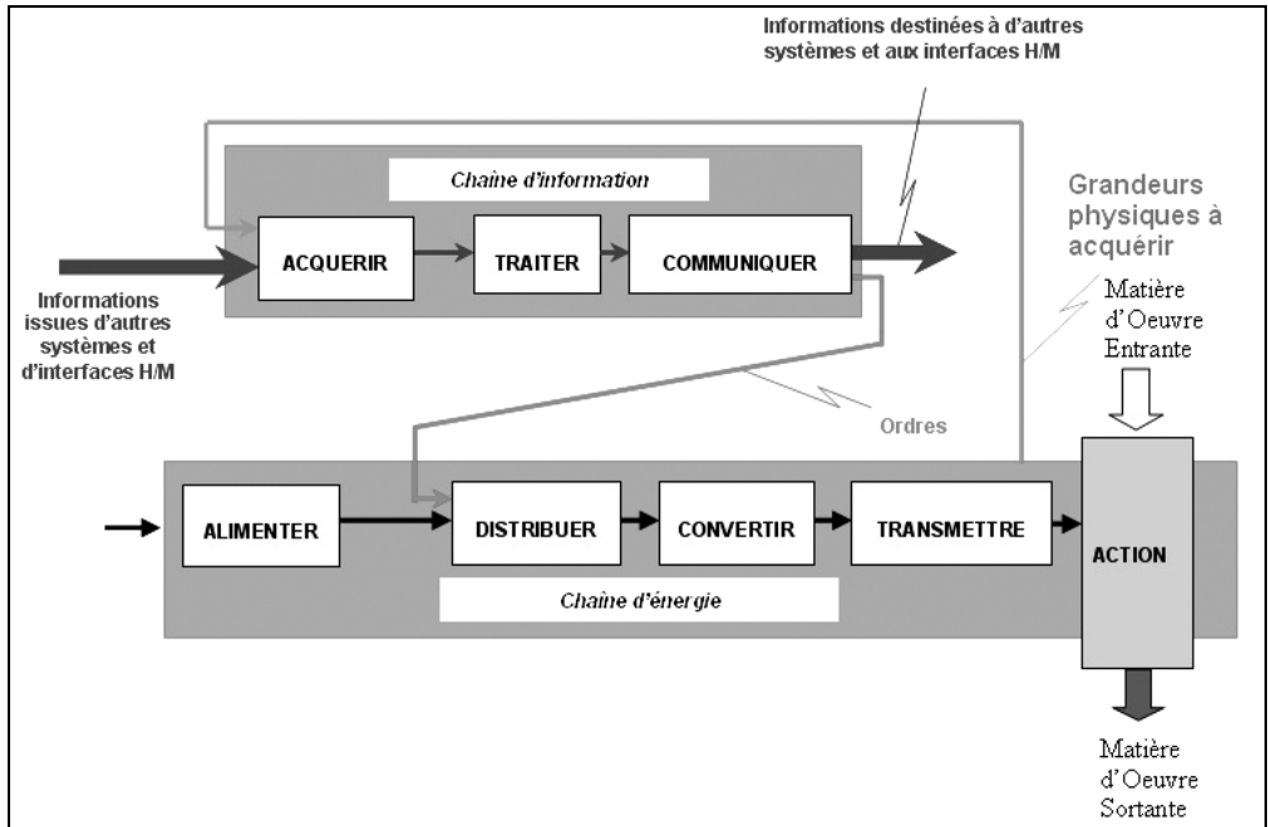
MEN (2003). *BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques. Livret d'accompagnement Repères pour la formation et l'évaluation*. Ministère de l'éducation nationale.

### 13.27.2 Classes préparatoires filière physique et technologie (PT) 2004



Arrêté du 14 juin 2004. BO hors-série n° 6 du 16 septembre 2004. Volume 13-2, p. 1757, 1764 et 1773. Programmes de seconde année de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires mathématiques, physique (MP), physique et sciences de l'ingénieur (PSI), physique et technologie (PT).

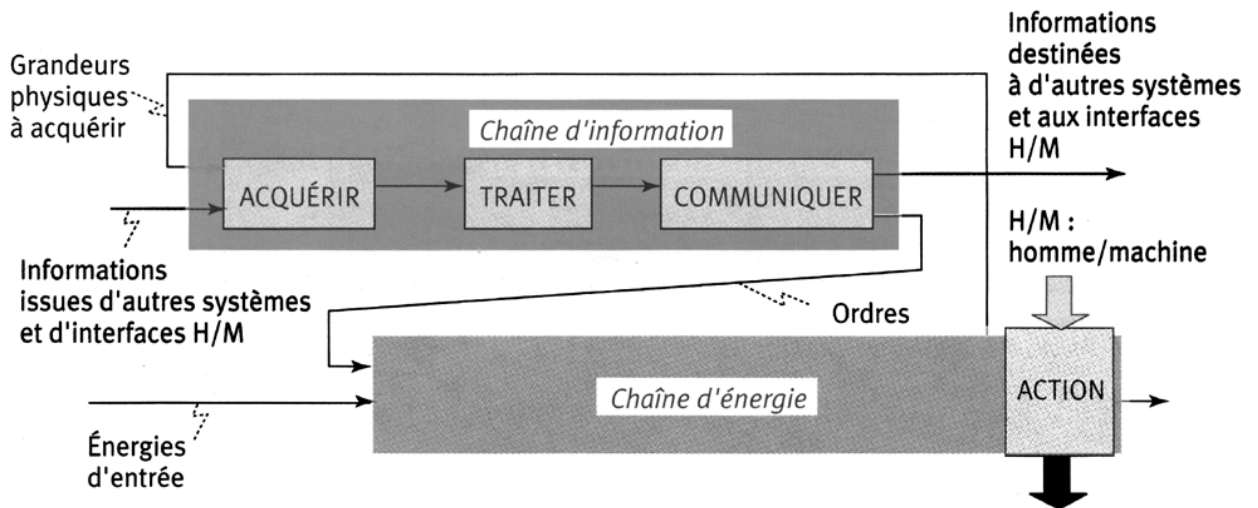
### 13.27.3 Collège



MEN Eduscol DEGESCO (2009). *Collège - Technologie - Ressources pour faire la classe*  
Direction générale de l'enseignement scolaire - bureau des programmes d'enseignement.

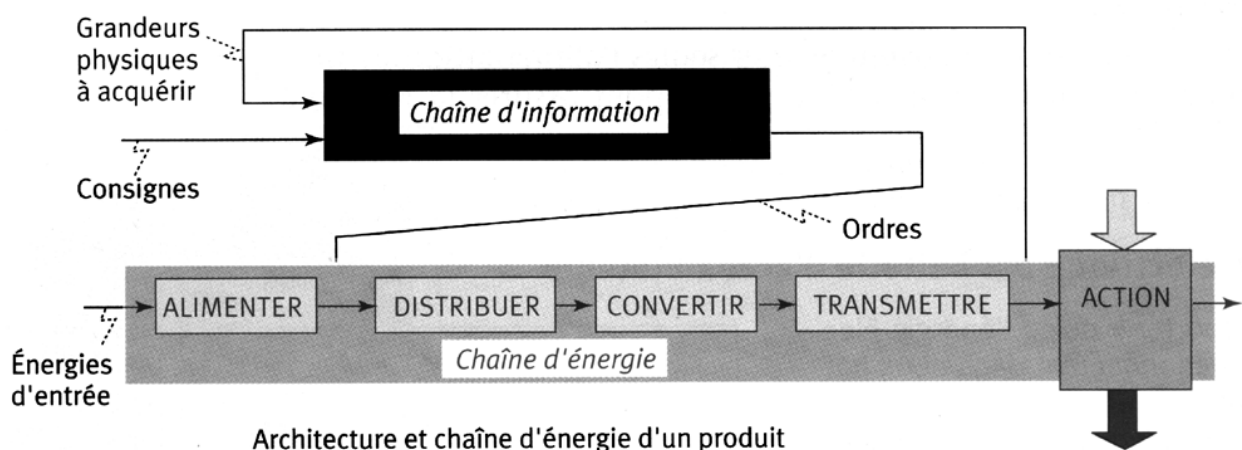
## 13.28 Diffusion du schéma fonctionnel générique d'un système dans les manuels scolaires

### 13.28.1 Manuel de sciences de l'ingénieur en seconde ISI – décomposition de la chaîne d'information (Nathan)



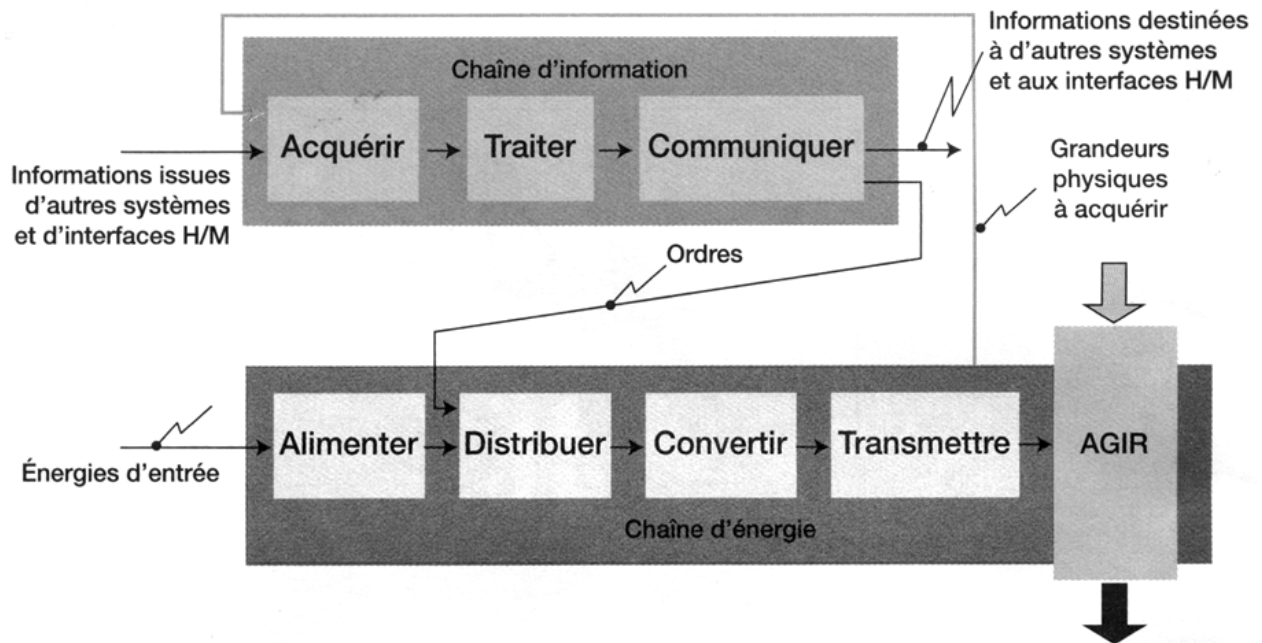
Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 22).

### 13.28.2 Manuel de sciences de l'ingénieur en seconde ISI – décomposition de la chaîne d'énergie (Nathan)



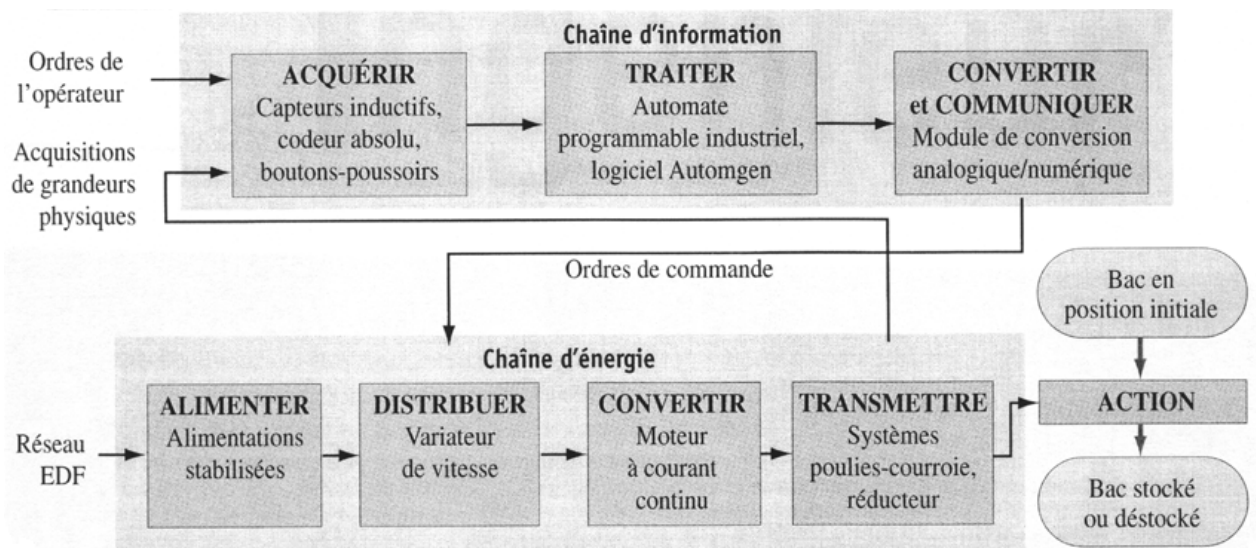
Gourhant Robert, Chasson Claude, Joyard Frédéric, Rabelle Thierry (2001). *Seconde Enseignement de détermination Initiation aux sciences de l'ingénieur*. Paris : Hachette Éducation. (p. 39).

### 13.28.3 Manuel de sciences de l'ingénieur en première et terminale SI (Foucher)



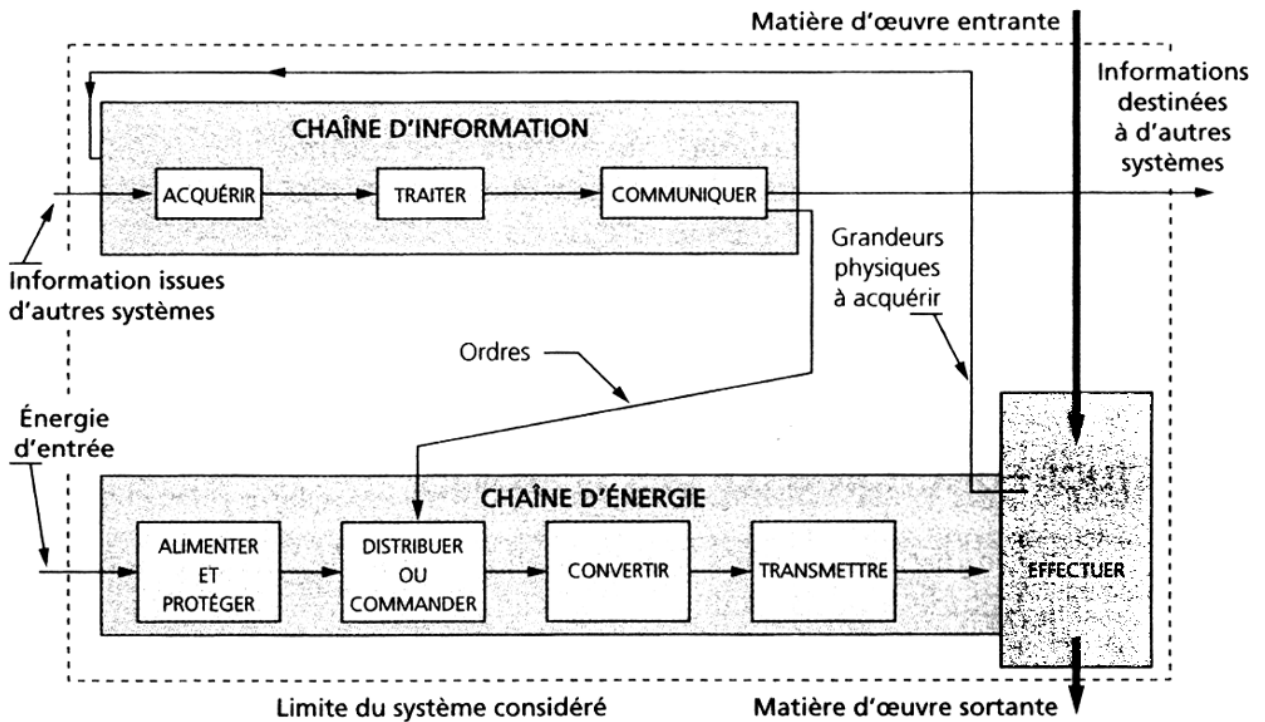
Brysebout Claudine, Laurent Christian, Lauzier Michel, Prost Guy, Rebouillat Jean-Pierre, Sciabbarrasi Nicolas (2003). *Terminales S Sciences de l'ingénieur*. Paris : Foucher. (p. 32).

### 13.28.4 Manuel de sciences de l'ingénieur en première et terminale SI (Hachette)



Pouget Alain, Boutron Yves, Cazanove François *et al.* (2003). *Sciences de l'ingénieur Première terminale S*. Paris : Hachette éducation. (p. 131).

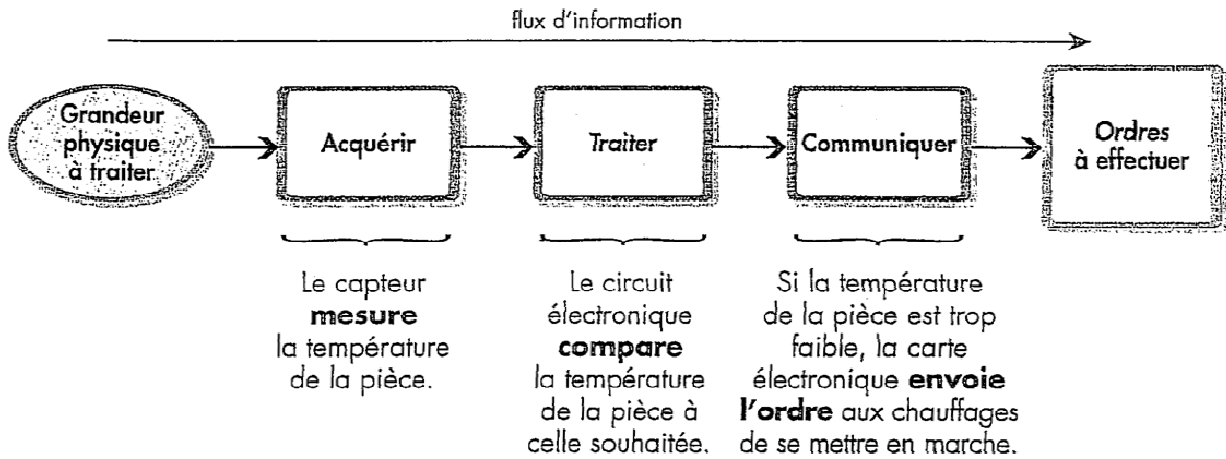
13.28.5 Manuel de première année de sciences industrielles pour l'ingénieur en classes préparatoires (Foucher)



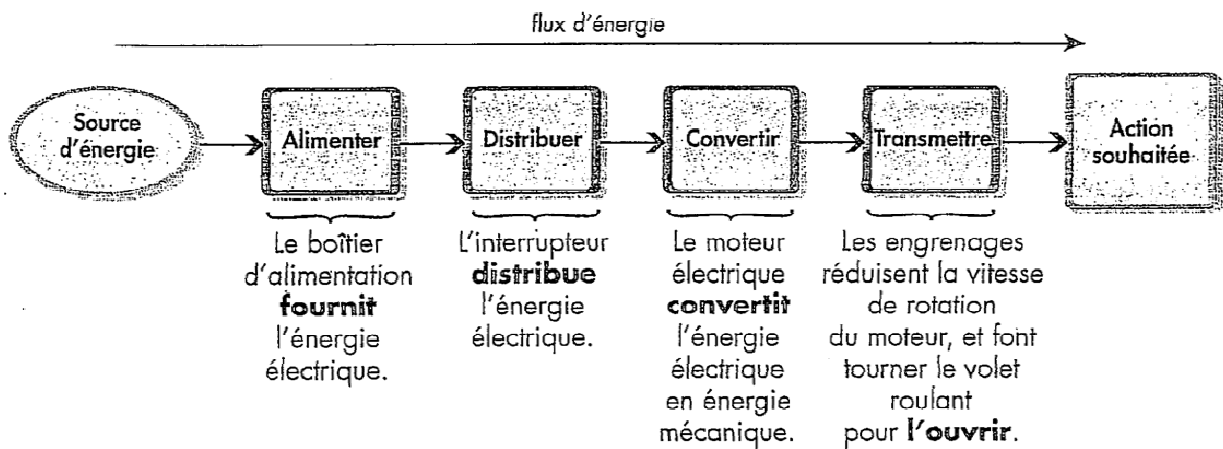
Colombari Gérard, Giraud Jacques (2005). *Sciences industrielles pour l'ingénieur Classes préparatoires 1<sup>re</sup> année*. Paris : Foucher. (p. 23).

### 13.28.6 Manuel de collègue, une approche segmentée (Nathan)

#### Chaîne d'information



#### Chaîne d'énergie



Bittighoffer Vincent, Prouzat Jérôme, Riou Hervé (2009). *Technologie 4<sup>e</sup>*. Paris : Nathan. (p. 3 et 5).



# 13.29 Le schéma fonctionnel générique à l'épreuve écrite étude d'un système pluritechnique du baccalauréat S spécialité sciences de l'ingénieur

## 13.29.1 Tondeuse à gazon (sujet « 0 ») en 2003

**DOCUMENT RÉPONSE 1**

COMPOSANT	CARTER EN COMPOSITE	BATTERIE	ROUES ARRIÈRES	RÉDUCTEUR DE VITESSE MÉCANIQUE	MOTEUR DE PROPULSION	ROUE AVANT PIVOTANTE	SUPPORT DE ROUE AVANT	BERCEAU DE ROUES ARRIÈRES	DETECTEURS MAGNÉTIQUES	BOUSSOLE ÉLECTRONIQUE	CAPTEURS DE CONTACT	CAPTEUR DE SOULÈVEMENT	CARTE ÉLECTRONIQUE DE COMMANDE	VOYANT LUMINEUX	CLAVIER DE COMMANDE	AFFICHEUR
<b>Fonction</b>																
Communiquer avec l'utilisateur												X				X
Changer de direction																
Se déplacer dans une direction			X			X										
Fonctionner avec une source d'énergie autonome	X															

**question 1: Tableau des fonctions à compléter.**

Détections :  
du conducteur électrique périmétrique,  
de choc avant ou arrière,  
de soulèvement de roue « jockey »

**Chaîne d'information**

ACQUERIR → TRAITER → COMMUNIQUER

Capteurs Boîtier de commande    Carte de commande    Boîtier de commande

Commandes utilisateur → ACQUERIR

COMMUNIQUER → Signalisation lumineuse. Affichage de messages.

Ordres

Tension secteur (charge)

ALIMENTER

Batterie

**Chaîne d'énergie**

DISTRIBUER → CONVERTIR → TRANSMETTRE

Moteurs de tonte    Moteurs de propulsion    Réducteurs

Liaison complète

**Pelouse non tondu**

Lames à l'arrêt

Action

Lames en rotation

Roues à l'arrêt

Action

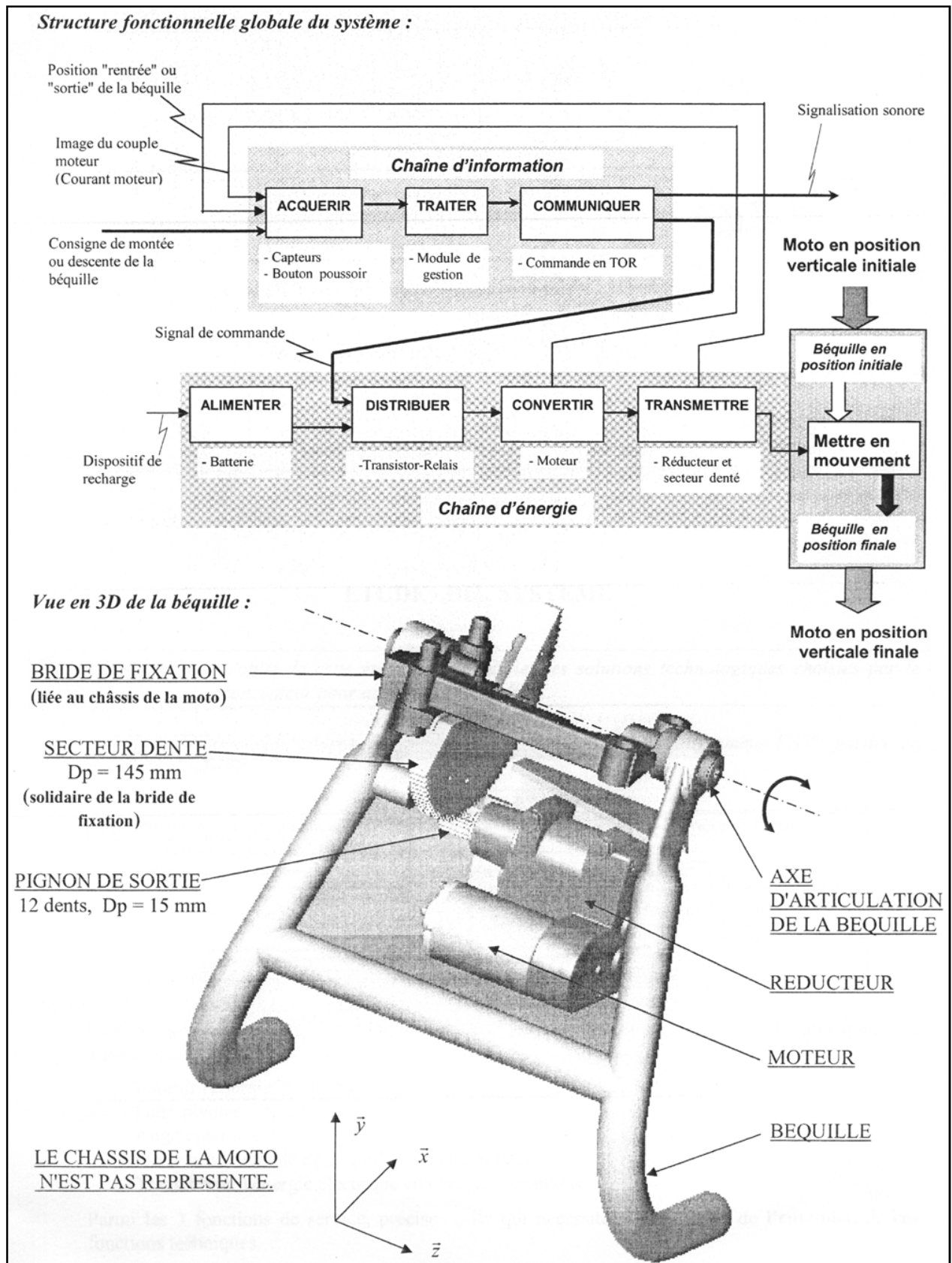
Roue(s) en rotation

**Pelouse tondu**

**Tableau synoptique des chaînes d'information et de conversion d'énergie**

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL Série S-SI
SUJET 00
page 8/13

## 13.29.2 Béquille de moto en 2003



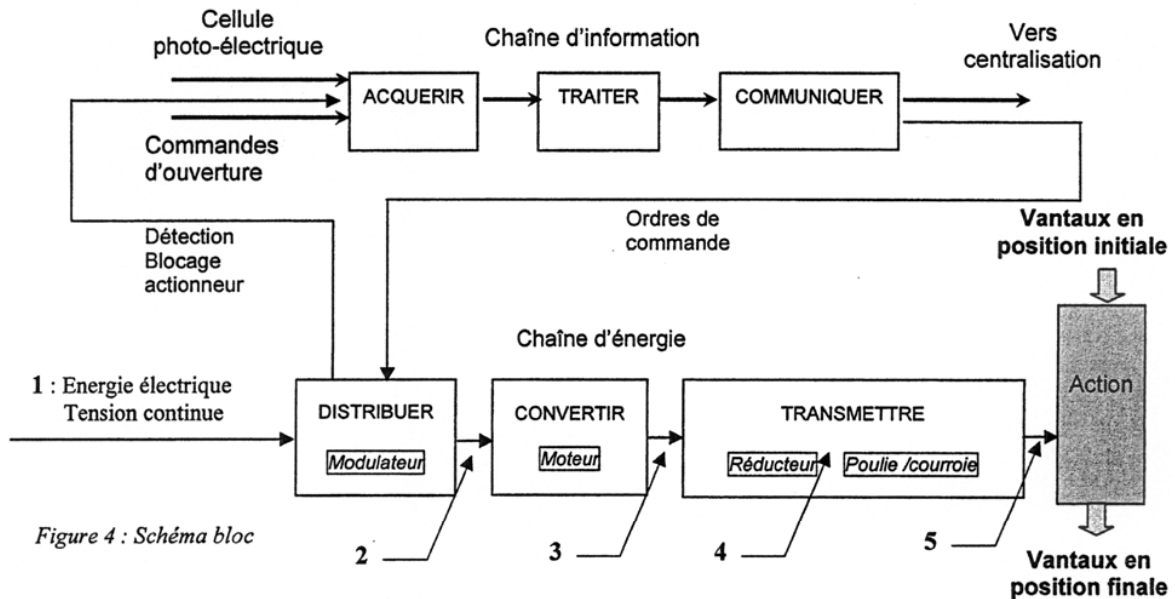
### 13.29.3 Porte de tramway en 2004

#### 1.3.3 Analyse fonctionnelle :

→ Question 1A : Pour chacune des trois étapes de la fermeture (voir DT 1), choisir parmi la liste suivante le type de mouvement du vantail par rapport à la rame (mouvement de translation rectiligne, mouvement de rotation, mouvement de translation circulaire, mouvement hélicoïdal).

→ Question 1B : Dans le dispositif de gestion des portes, expliquer le rôle des unités informatiques de supervision.

#### Organisation fonctionnelle partielle :



→ Question 1C : Sur votre copie, définir le type et la nature des énergies aux points 2, 3, 4 et 5 de la chaîne d'énergie (voir DT 2.3 et figure 4 ci-dessus).

## 2 SITUATION D'ETUDE N°1 : ETAPE DE COULISSEMENT

L'objet de cette étude consiste à valider l'optimisation du temps de fermeture des vantaux lors de l'étape de coulissement, dans le respect de la sécurité des personnes.

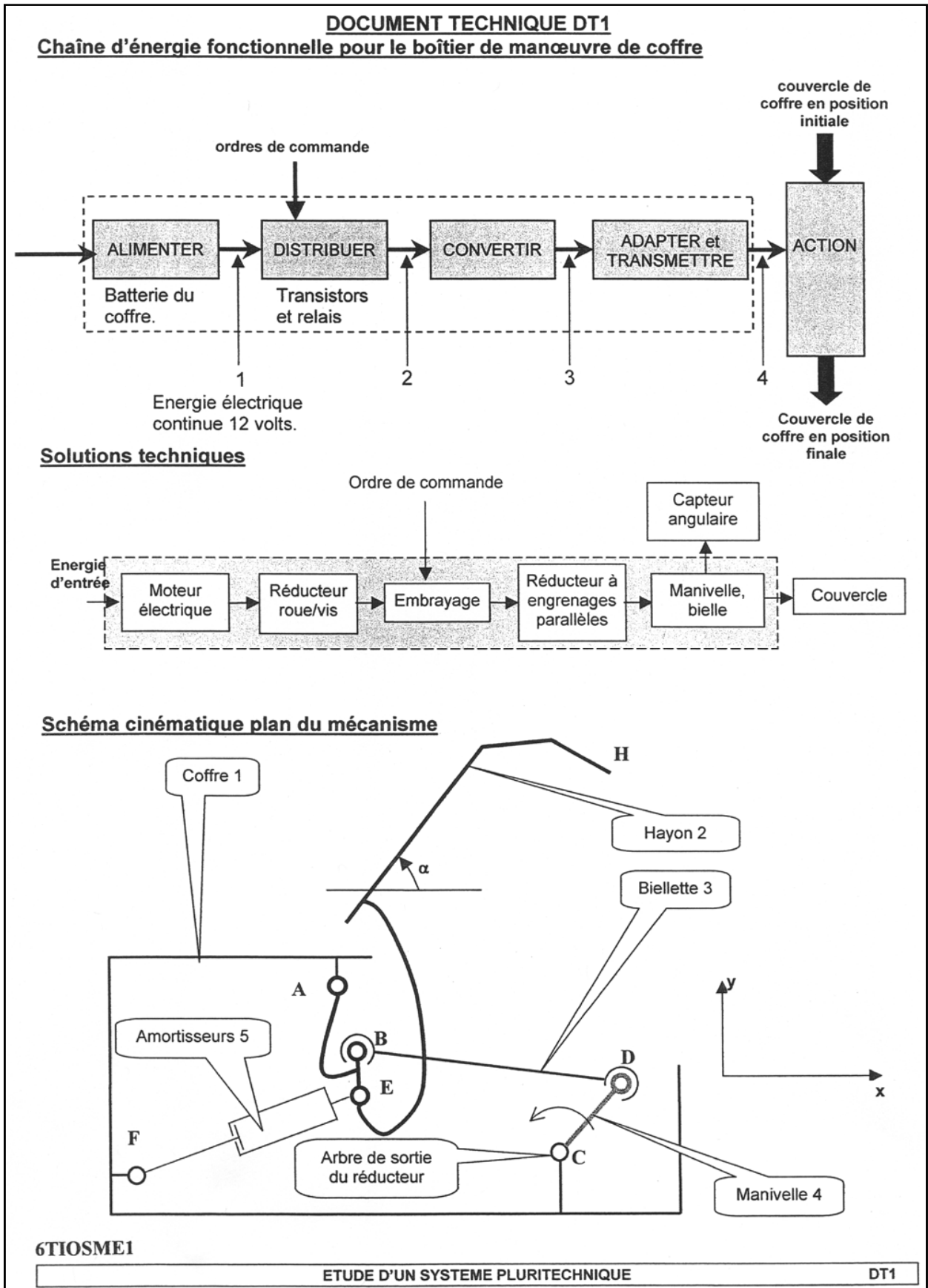
### 2.1 ETUDE DE LA STRUCTURE

Les deux vantaux coulissants sont suspendus à la poutre de fermeture par l'intermédiaire de glissières à billes (voir DT2.3). Pendant toute cette étape de coulissement, (voir DT2.2 vignette A2 à C2) la poutre de fermeture est maintenue fixe à l'extérieur de la rame par les barres de conjugaison (voir DT2.2 vignettes A3 à C3).

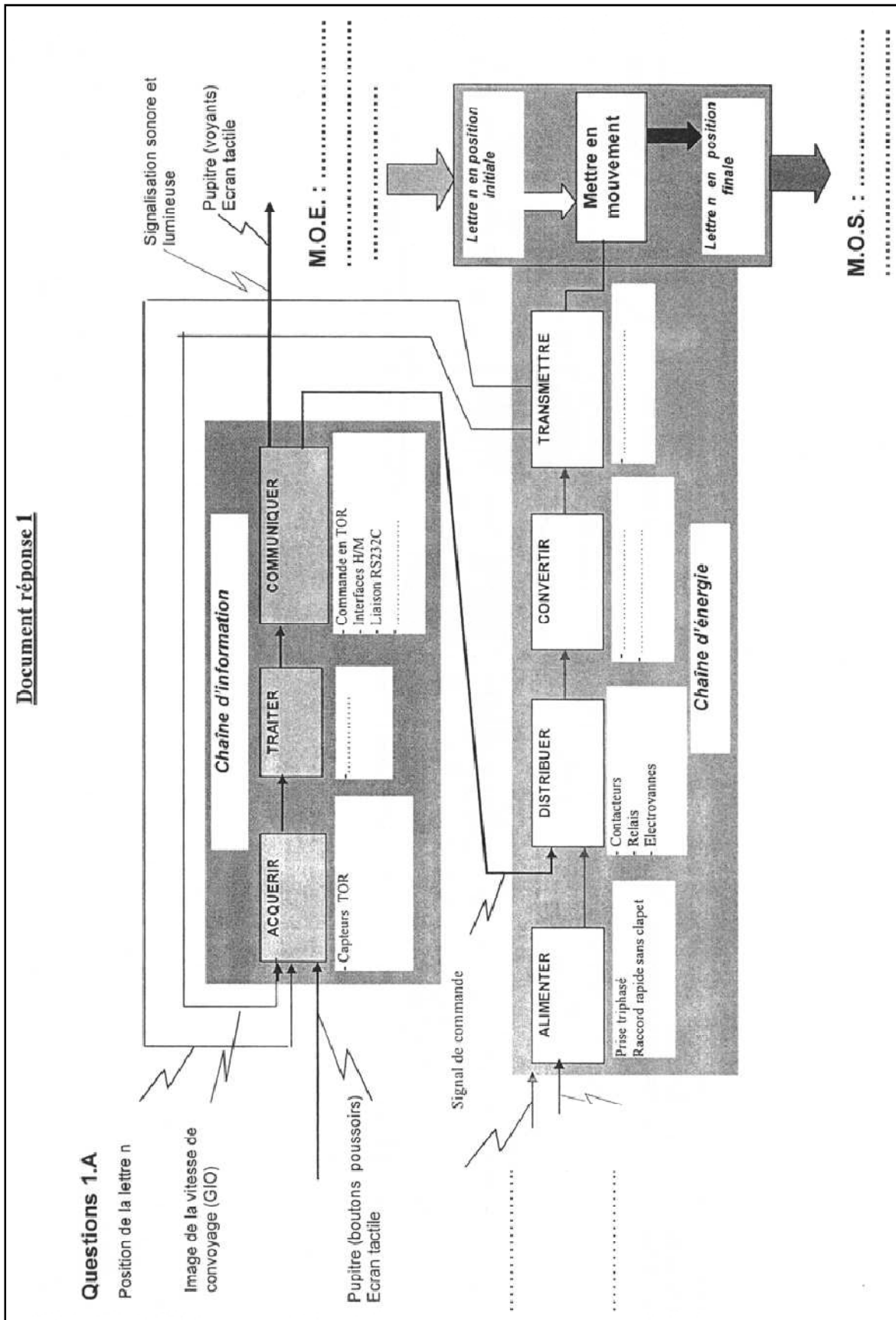
→ Question 2A : Compléter le schéma cinématique partiel relatif à cette étape de coulissement sur le document réponse DR1:

- en représentant les liaisons entre les vantaux et la poutre de fermeture,
- en liant les vantaux à la courroie afin d'assurer le coulissement simultané des deux vantaux,
- en définissant le sens de rotation de la poulie motrice du motoréducteur pour obtenir la fermeture des vantaux.

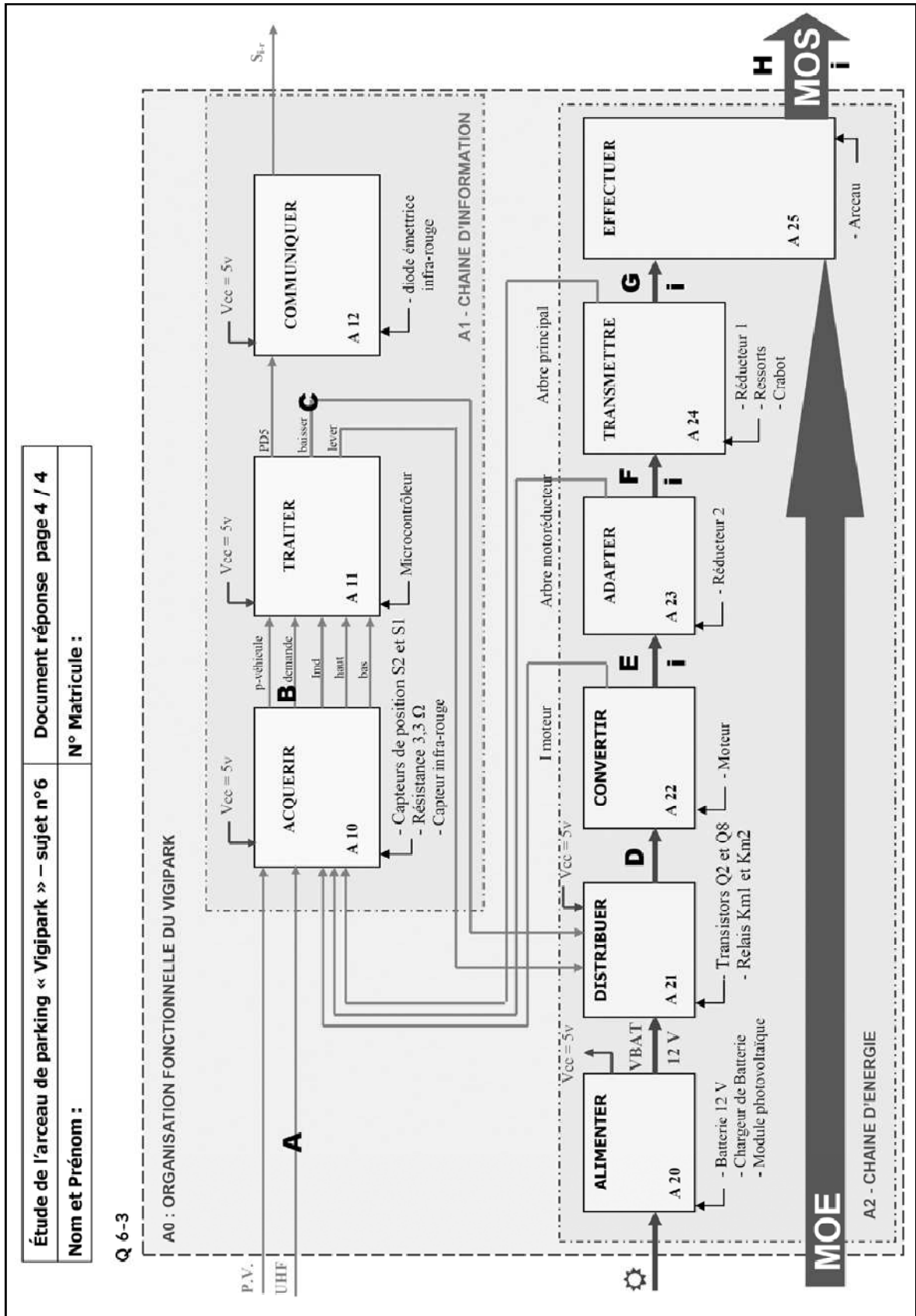
### 13.29.4 Coffre électrique de 607 Peugeot en 2006



### 13.29.5 Machine de tri postal en 2007



13.30 Arceau de parking solaire à l'épreuve pratique de mise en œuvre d'un système pluritechnique du baccalauréat S spécialité sciences de l'ingénieur en 2007



## **14. L'après-2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Le paradigme de la démarche de l'ingénieur**

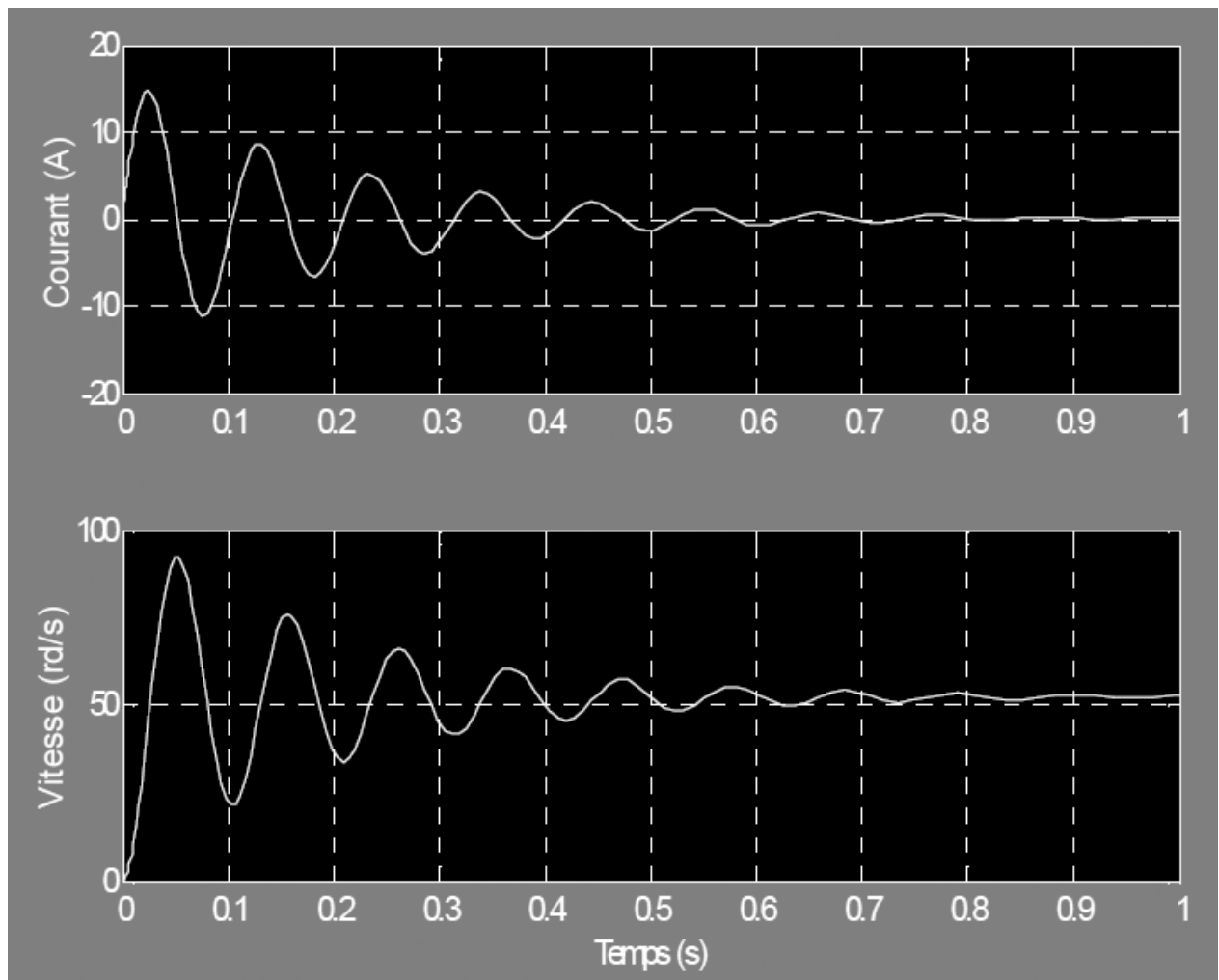
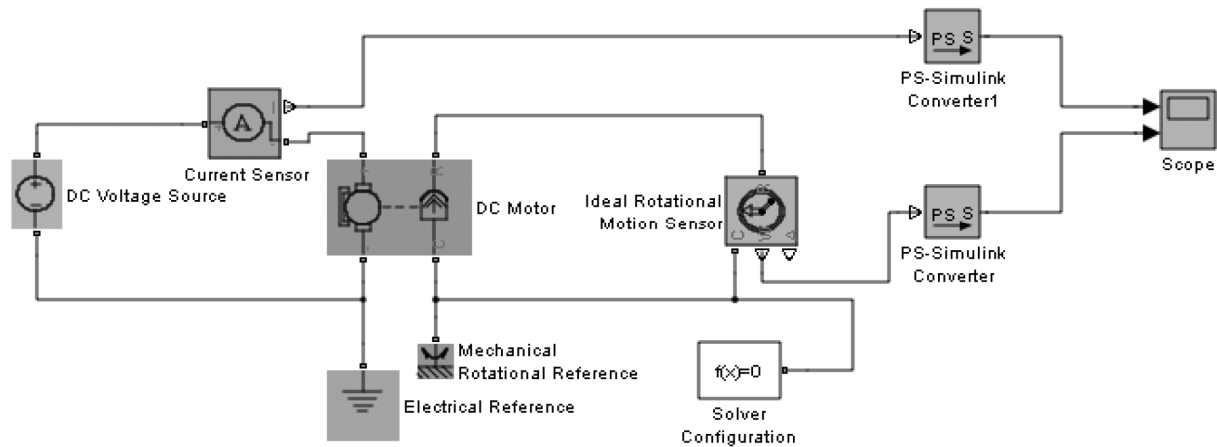
## 14.1 Connaissances et macro-compétences associés en classes préparatoires ATS (projet de programme 2011)

Savoirs		Macro-compétences							
		Analyser	Concevoir	Modéliser	Résoudre	Expérimenter	Valider	Optimiser	Communiquer
<b>S1</b>	<b>Analyse fonctionnelle</b>								
S11	Point de vue externe	X				X			X
S12	Point de vue interne	X				X			X
<b>S2</b>	<b>Fonctions du produit</b>								
S21	Alimenter en énergie	X							X
S22	Distribuer et convertir l'énergie								
S221	Convertisseurs statiques d'énergie	X					X		X
S222	Actionneurs et pré actionneurs associés incluant leurs commandes	X					X		X
S23	Transmettre l'énergie								
S231	Liaisons mécaniques	X					X		X
S232	Composants mécaniques de transmission	X					X		X
S24	Acquérir, traiter et communiquer l'information								
S241	Capteurs	X					X		X
S242	Traitement de l'information								
S2421	Conditionnement de l'information après les capteurs	X					X		X
S2422	Systèmes programmables	X					X		X
S243	Transport de l'information	X					X		X
<b>S3</b>	<b>Comportement des systèmes : outils et modèles</b>								
S31	Chaîne d'énergie								
S311	Sources d'énergie électrique				X	X			
S312	Conversion statique d'énergie	X	X			X			X
S313	Conversion électromécanique d'énergie	X	X	X		X			X
S314	Détermination des lois de mouvement	X		X	X	X	X		
S315	Détermination des actions mécaniques	X		X	X	X	X		
S32	Chaîne d'information								
S321	Conditionnement du signal	X				X			
S322	Comportement des systèmes programmables	X	X			X			X
S323	Comportement des systèmes asservis								
S3231	Modélisation d'un système asservi	X		X		X	X	X	X
S3232	Contrôle et commande d'un système asservi	X		X		X	X	X	X
S324	Transmission de l'information								
S3241	Modes de transmission	X				X			X
S3242	Réseaux	X				X			X
<b>S4</b>	<b>Représentation des produits</b>								
S41	Représentation des signaux					X			
S42	Schématisation des solutions	X		X		X			X
S43	Représentation géométrique du réel		X						X

Note de présentation. Projet d'arrêté relatif au nouveau programme de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires scientifiques de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS). (p. 7).



## 14.2 Simulation du comportement d'un moteur à courant continu



### 14.3 Les capacités et compétences recherchées pour les ingénieurs diplômés

- **Connaissance et compréhension d'un large champ de sciences fondamentales** et capacité d'analyse et de synthèse qui leur est associée,
- **Aptitude à mobiliser les ressources d'un champ scientifique et technique liées à une spécialité,**
- **Maîtrise des méthodes et des outils de l'ingénieur** : identification et résolution de problèmes, même non familiers et non complètement définis, en faisant éventuellement appel à l'expérimentation, l'innovation et la recherche, la collecte et l'interprétation de données, l'utilisation des outils informatiques, l'analyse et la conception de systèmes,
- **Capacité à s'intégrer dans une organisation, à l'animer et à la faire évoluer** : connaissance de soi, esprit d'équipe, engagement et leadership, management de projets, maîtrise d'ouvrage, communication avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes,
- **Aptitude à prendre en compte des enjeux professionnels** : esprit d'entreprise, compétitivité et productivité, innovation, propriété intellectuelle et industrielle, respect des procédures qualité, sécurité, santé et sécurité au travail,
- **Aptitude à travailler en contexte international** : maîtrise d'une ou plusieurs langues étrangères, ouverture culturelle, expérience internationale, renseignement économique,
- **Aptitude à mettre en œuvre les principes du développement durable** : environnement, économie, social et gouvernance,
- **Aptitude à prendre en compte et à faire respecter des valeurs sociétales** : appropriation des valeurs sociales, de responsabilité, d'éthique, de sécurité et de santé,
- **Capacité à opérer ses choix professionnels** et à s'insérer dans la vie professionnelle.

Commission des Titres d'Ingénieurs (2009). *Références et Orientations*. (p. 27).  
<http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/RetOpfv17postimpression.pdf>

## 14.4 Taux de remplissage des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs en 2010

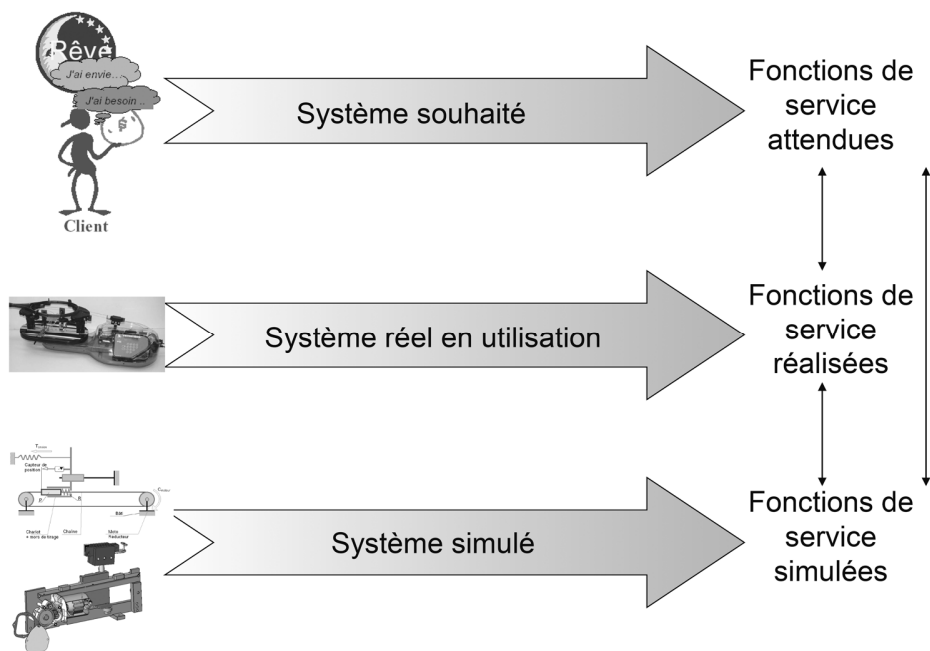
	Inscrits	Admissib.	Classés	Propos.	Entrés	Places	Rempl.	Places/Insc.
MP	8171	6920	5877	5599	4196	4669	90%	57 %
PC	5360	4924	4478	4272	3181	3638	87%	68%
PSI	5329	4678	4238	4086	3179	3589	89%	68%
PT	2522	2276	2099	1975	1587	1829	87%	76%
TSI	779	690	571	517	423	484	87%	62%
BCPST	2988	2534	2235	2133	1685	1754	96%	59%
Interfilières MP, PC et PSI					407	425		
<b>Totaux</b>	<b>25149</b>	<b>22022</b>	<b>19498</b>	<b>18582</b>	<b>14658</b>	<b>16388</b>		

Norbert Perrot (2011a). *Journée pédagogique. Plan National de Formation Chefs de Travaux*. Diaporama, 17 mars 2011. (p. 9).

<https://www.cerpet.adc.education.fr/ressources/1055/Introduction%20PNF%20CdT%2017%20mars%202011.pdf>

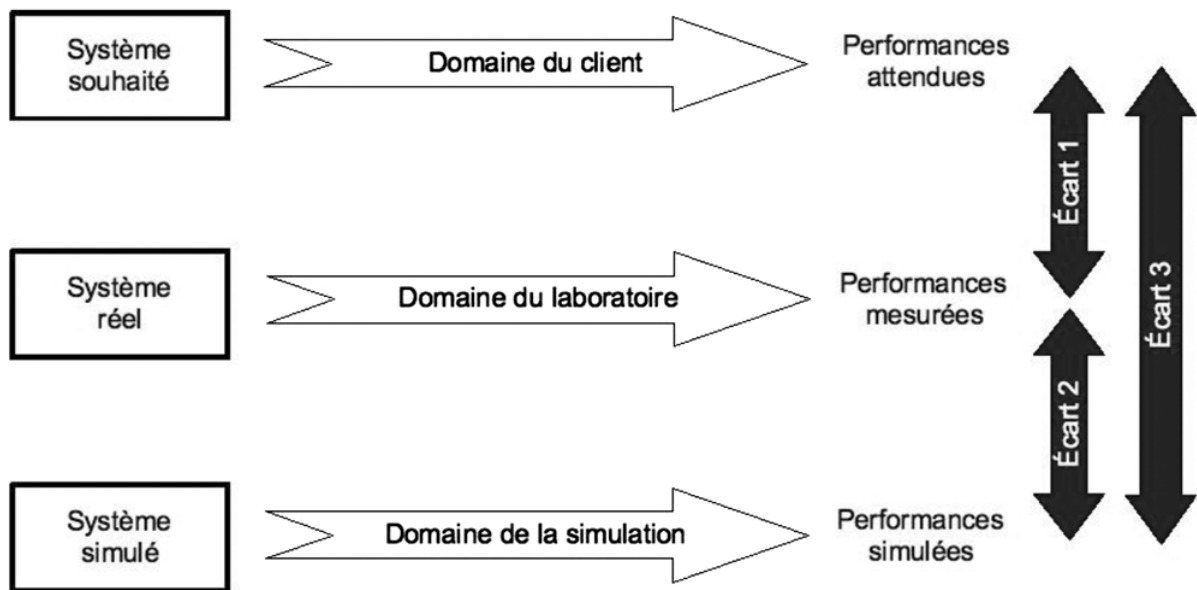
## 14.5 La démarche de l'ingénieur

### 14.5.1 Introduction de la « démarche ingénieur » en sciences industrielles pour l'ingénieur dans les classes préparatoires aux grandes écoles en 2006



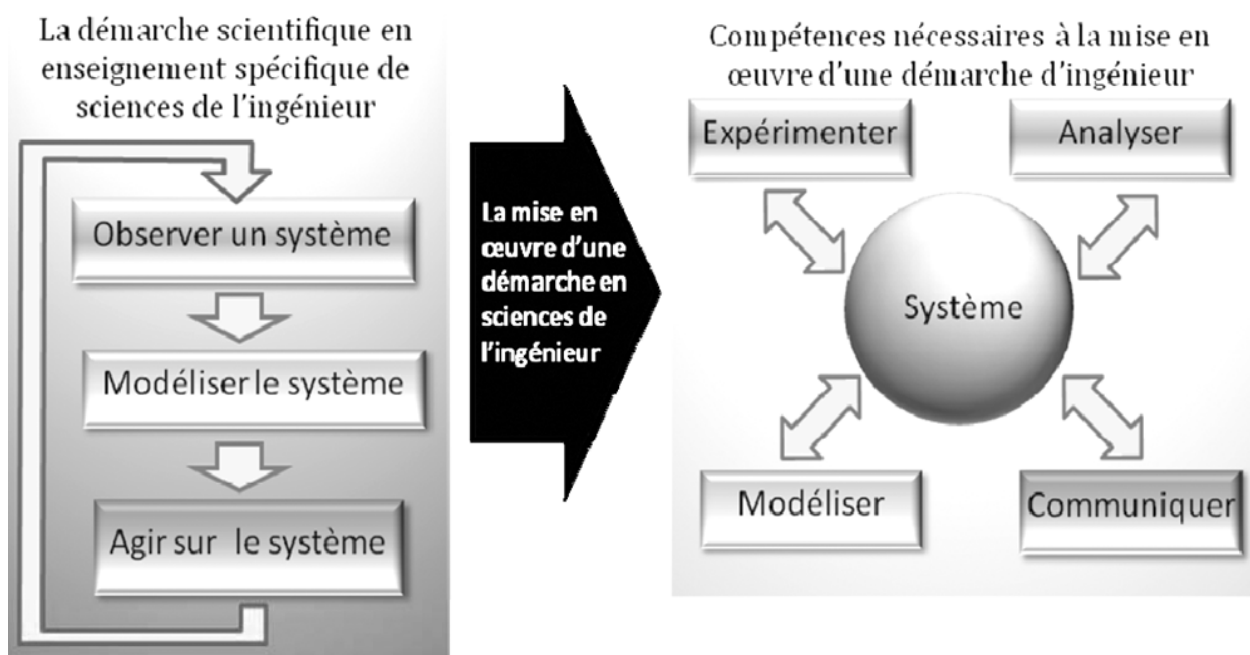
Riou Hervé (2006). *Exemple d'organisation de Cours, TD et TP en MPSI / PCSI*. Séminaire de réflexion sur la PT. Diaporama. 15 décembre 2006. Paris : CERPET. (p. 14).

### 14.5.2 Introduction de la « démarche de l'ingénieur » dans les programmes de la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat S en 2010



Arrêté du 27 janvier 2010. BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique. (p. 1).

### 14.6 Démarche scientifique et compétences nécessaires à la mise en œuvre de la démarche de l'ingénieur



MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Série S : enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO). (p. 4).

## 14.7 Présentation des programmes de sciences de l'ingénieur de la série S sous forme de tableau

### A - Analyser

#### A1. Analyser le besoin

Compétences attendues			
- définir le besoin ; - définir les fonctions de service ; - identifier les contraintes ; - traduire un besoin fonctionnel en problématique technique.			
Connaissances	Capacités	1 <sup>re</sup>	T
Besoin, finalités, contraintes, cahier des charges	Décrire le besoin Présenter la fonction globale Identifier les contraintes (fonctionnelles, sociétales, environnementales, etc.) Ordonner les contraintes (critère, niveau, flexibilité)	C	
Analyse fonctionnelle externe Expression fonctionnelle du besoin	Présenter à l'aide d'un diagramme des interacteurs une réponse technique à un besoin	C	
Fonctions d'usage, de service, d'estime	Identifier et caractériser les fonctions de service	C	

Arrêté du 27 janvier 2010. BO spécial n° 9 du 30 septembre 2010. Programme d'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur au cycle terminal et d'enseignement de spécialité en classe terminale de la série scientifique. (p. 3).

## 14.8 Situation problème, démarche d'investigation et démarche de résolution de problèmes techniques (définition du document d'accompagnement des programmes)

« **Situation problème** : c'est une situation didactique créée par l'enseignant pour permettre à l'élève d'être acteur de sa formation, l'élève doit construire son savoir, ses connaissances. L'objectif pédagogique visé par une situation problème est toujours le franchissement d'un obstacle par l'élève. Dans le contexte d'un enseignement de sciences de l'ingénieur, la situation problème sera fortement corrélée avec le processus destiné à donner du sens à travers le triptyque questions sociétales, problématique, problèmes techniques.

**Démarche d'investigation** : démarche inductive qui s'applique à tous les domaines scientifiques. C'est la démarche pratiquée au collège et en classe de seconde dans les enseignements d'exploration. C'est un ensemble d'actions et de réflexions qui vise à observer le comportement, le fonctionnement, la constitution d'un produit, à rechercher des informations et à identifier les solutions retenues ainsi que les principes qui les régissent.

**Démarche de résolution de problème technique** : démarche inductive qui s'applique à tous les domaines technologiques. Elle met en œuvre des méthodes formalisées, même si elle peut aussi intégrer le concept de démarche d'investigation. C'est un ensemble structuré de réflexions et d'actions visant à partir de l'expression du problème technique identifié : à l'expliciter ; à identifier les contraintes et les hypothèses qui y sont associées, le niveau de réponse attendue et les types de résolution possibles (lois règles, outils, méthodes et organisation, ...) ; à appliquer les méthodes de résolution ; à comparer les résultats afin de faire un choix justifiable. »

MEN (2011). *Ressources pour le cycle terminal. Série S : enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur*. Ministère de l'Éducation nationale (DGESCO). (p. 50).

## 14.9 Horaires des enseignements technologiques du Baccalauréat technologique sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)

Baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)			
Enseignements technologiques hebdomadaires	Première	Terminale	Total sur les deux années
Enseignements technologiques transversaux	7 h	5 h	12 h
Enseignements technologiques spécifiques	5 h	9 h	14 h
Enseignements technologiques en langue vivante	1 h	1 h	2 h
Total	13 h	15 h	28 h

Arrêté du 27 mai 2010. JORF n° 0122 du 29 mai 2010, p. 9716. Portant organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et « sciences et technologies de laboratoire (STL) ».

## 14.10 Objectifs et compétences des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D

	Objectifs de formation	Compétences attendues
Société et développement durable	<b>O1 - Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable</b>	CO1.1. Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable CO1.2. Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et d'effets sur la santé de l'homme et du vivant
	<b>O2 - Identifier les éléments permettant la limitation de l'impact environnemental d'un système et de ses constituants</b>	CO2.1. Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité énergétique globale d'un système CO2.2. Justifier les solutions constructives d'un système au regard des impacts environnementaux et économiques engendrés tout au long de son cycle de vie
Technologie	<b>O3 - Identifier les éléments influents du développement d'un système</b>	CO3.1. Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système CO3.2. Évaluer la compétitivité d'un système d'un point de vue technique et économique
	<b>O4 - Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système</b>	CO4.1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties CO4.2. Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un système CO4.3. Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un système CO4.4. Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations (acquisition, traitement, transmission) d'un système
	<b>O5 - Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance</b>	CO5.1. Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système CO5.2. Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle CO5.3. Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés
Communication	<b>O6 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère</b>	CO6.1. Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés CO6.2. Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent CO6.3. Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère

Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n° 3 du 17 mars 2011, p. 1. Enseignements technologiques (transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique) du cycle terminal de la série STI2D. (p. 2).

## 14.11 Programme des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D (extrait)

### 1. Principes de conception des systèmes et développement durable

**Objectif général de formation** : identifier les tendances d'évolution des systèmes, les concevoir en facilitant leur usage raisonné et en limitant leurs impacts environnementaux.

1.1 Compétitivité et créativité	Ph.	1ère/T	Tax	Commentaires
<b>1.1.1 Paramètres de la compétitivité</b>				
Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit) Innovation (de produit, de procédé, de marketing) Recherche de solutions techniques (brevets) et créativité, stratégie de propriété industrielle (protection du nom, du design et de l'aspect technique), enjeux de la normalisation Design produit et architecture Ergonomie : notion de confort, d'efficacité, de sécurité dans les relations homme-produit, homme-système		<b>1ère</b>	<b>2</b>	L'enseignement est mené à partir d'une ou deux études de dossiers technologiques concrètes, mettant en valeur la compétitivité d'un système dans un contexte de développement durable et permettant de mettre en exergue les paramètres indiqués. Les études de cas doivent traiter de l'ensemble des domaines techniques, produits manufacturés et constructions. Pour les bâtiments, par exemple, l'exploitation des normes en vigueur permet de comprendre l'évolution vers le bâtiment à énergie positive et d'identifier les qualités d'intégration des équipements techniques en son sein. La protection des innovations peut s'aborder au travers de la propriété industrielle sous les angles suivants : - les bases de données de brevets constituent une source d'information conséquente (et gratuite) pour repérer les solutions techniques existantes afin de ne pas recréer ce qui existe déjà et retracer les évolutions techniques d'un produit ; - pour protéger efficacement de la concurrence une création, par la propriété industrielle, trois aspects sont complémentaires : le brevet d'invention pour protéger les aspects techniques, le dessin et modèle pour protéger le design et la marque pour protéger le nom du produit innovant ; - faire en sorte qu'un nouveau produit devienne une norme internationale contribue à la compétitivité de l'entreprise. Par ailleurs les normes constituent une base de connaissance importante y compris du point de vue méthodologique.
<b>1.1.2 Cycle de vie d'un produit et choix techniques, économiques et environnementaux</b>				
Les étapes du cycle de vie d'un système Prise en compte globale du cycle de vie		<b>1ère</b>	<b>2</b>	À partir d'études de dossiers technologiques, on identifie les étapes du cycle de vie d'un système ainsi que les conséquences de la prise en compte partielle ou globale des différentes étapes. Il s'agit de donner un aperçu des différents points de vue de l'analyse globale, de montrer leurs interactions et de conclure sur le modèle utilisé (en cascade ou en V).
<b>1.1.3 Compromis complexité-efficacité-coût</b>				
Relation fonction/coût/besoin Relation fonction/coût/réalisation Relation fonction/impact environnemental		<b>1ère/T</b>	<b>2</b>	L'approche des compromis se fait par comparaison (analyses relatives) de solutions en disposant de bases de données de coût (exemple : pour plusieurs solutions, comparaison du gain sur la consommation énergétique et de la réduction de l'impact environnemental avec le coût d'installation et d'exploitation). Cette notion de compromis technico-économique est le cœur des compétences d'un technicien, il convient d'y apporter une attention permanente tout au long de la formation tant dans le tronc commun que dans les spécialités.
<b>1.2 Éco-conception</b>				
<b>1.2.1 Étapes de la démarche de conception</b>				
Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)		<b>1ère</b>	<b>2</b>	L'enseignement s'appuie sur des études de dossiers technologiques permettant d'identifier les éléments principaux d'une démarche de conception de tous types de systèmes. Celle relative à un ouvrage permet de traiter plus particulièrement les fonctions d'estime ainsi que les contraintes environnementales, de confort et de respect des sites.

Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n° 3 du 17 mars 2011, p. 1. Enseignements technologiques (transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique) du cycle terminal de la série STI2D. (p. 3).



## 14.12 Tableau de mise en relation des compétences et des savoirs associés des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D

			1.1 Compétitivité et créativité	1.2 Éco-conception	2.1 Approche fonctionnelle d'un système	2.2 Les outils de représentation	2.3 Approche comportementale	3.1 Structures matérielles et/ou logicielles	3.2 Constituants d'un système
Société et développement durable	Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue du développement durable	CO1.1	X	X				X	
		CO1.2	X	X					
	Identifier les éléments permettant la limitation de l'impact environnemental d'un système et de ses constituants	CO2.1		X					X
		CO2.2	X					X	X
Technologie	Identifier les éléments influents du développement d'un système	CO3.1			X				
		CO3.2	X						
	Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système	CO4.1					X		X
		CO4.2							X
		CO4.3					X	X	
		CO4.4						X	X
	Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance	CO5.1					X		
		CO5.2					X		
		CO5.3					X		
	Communication	Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère	CO6.1				X		
CO6.2						X			
CO6.3			X	X	X	X	X	X	X

Arrêté du 8 février 2011. BO spécial n° 3 du 17 mars 2011, p. 1. Enseignements technologiques (transversaux et spécifiques des spécialités architecture et construction, énergies et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique) du cycle terminal de la série STI2D. (p. 10).

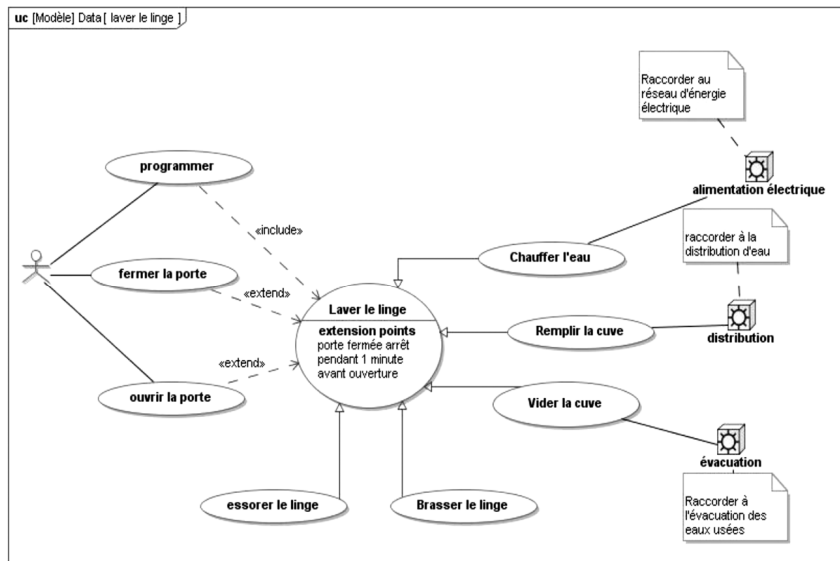
## 14.13 Désignation, coefficients, durée et nature des épreuves du baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)

« Série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) »

DÉSIGNATION	COEFFICIENT	NATURE DE L'ÉPREUVE	DURÉE
<b>Epreuves anticipées</b>			
1. Français .....	2	Ecrite	4 heures
2. Français .....	2	Orale	20 minutes
3. Histoire-géographie.....	2	Orale	20 minutes
<b>Epreuves terminales</b>			
4. Education physique et sportive.....	2	CCF (1)	
5. Langue vivante 1 .....	2	Ecrite et orale (2)	2 heures (partie écrite)
6. Langue vivante 2 (3) .....	2	Ecrite et orale (2)	2 heures (partie écrite)
7. Mathématiques.....	4	Ecrite	4 heures
8. Philosophie .....	2	Ecrite	4 heures
9. Physique-chimie .....	4	Ecrite	3 heures
10. Enseignements technologiques transversaux.....	8	Ecrite	4 heures
11. Projet en enseignement spécifique à la spécialité (4) .....	12	Orale (5)	20 minutes (oral terminal)
12. Enseignement technologique en LV1.....	- (6)	Orale (7)	
- EPS de complément (8).....	2	CCF (1)	
<p>(1) Contrôle en cours de formation (cf. arrêté du 9 avril 2002 relatif aux épreuves d'éducation physique et sportive des baccalauréats général et technologique).</p> <p>(2) La partie orale de l'épreuve est évaluée en cours d'année.</p> <p>(3) A compter de la session 2017. Pour les sessions 2013 à 2016, l'épreuve est facultative.</p> <p>(4) Enseignement spécifique à la spécialité : « architecture et construction », « énergies et environnement », « innovation technologique et écoconception » ou « systèmes d'information et numérique ».</p> <p>(5) Evaluation en cours d'année et lors d'un oral terminal. Chacune de ces deux parties de l'évaluation est affectée d'un coefficient 6.</p> <p>(6) Seuls sont pris en compte les points supérieurs à la moyenne de 10 sur 20. Ces points sont multipliés par deux.</p> <p>(7) Epreuve évaluée en cours d'année.</p> <p>(8) Uniquement pour les élèves ayant suivi l'enseignement d'EPS complémentaire.</p>			

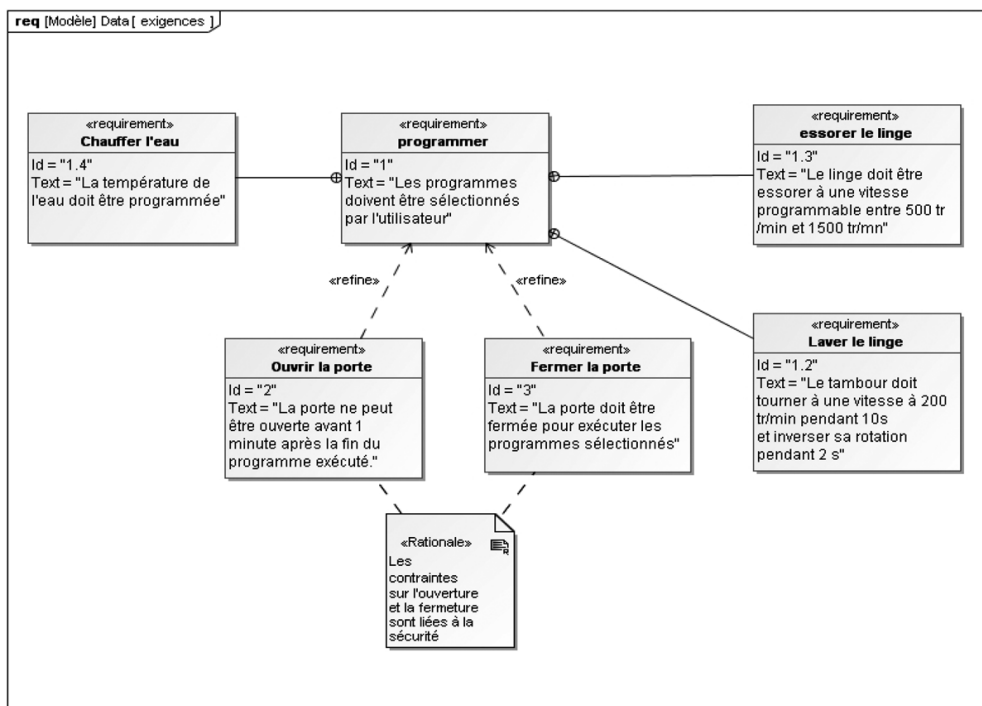
Arrêté du 22 juillet 2011. JORF du 25 août 2011, texte 30. Modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 modifié relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995 et l'arrêté du 17 mars 1994 modifié complétant et modifiant l'arrêté du 15 septembre 1993 relatif aux épreuves du baccalauréat technologique à compter de la session 1995.

## 14.14 Langage SysML, diagramme des cas d'utilisation (Use Case Diagram, uc)



## 14.15 Langage SysML, diagramme des exigences (Requirement Diagram, req)

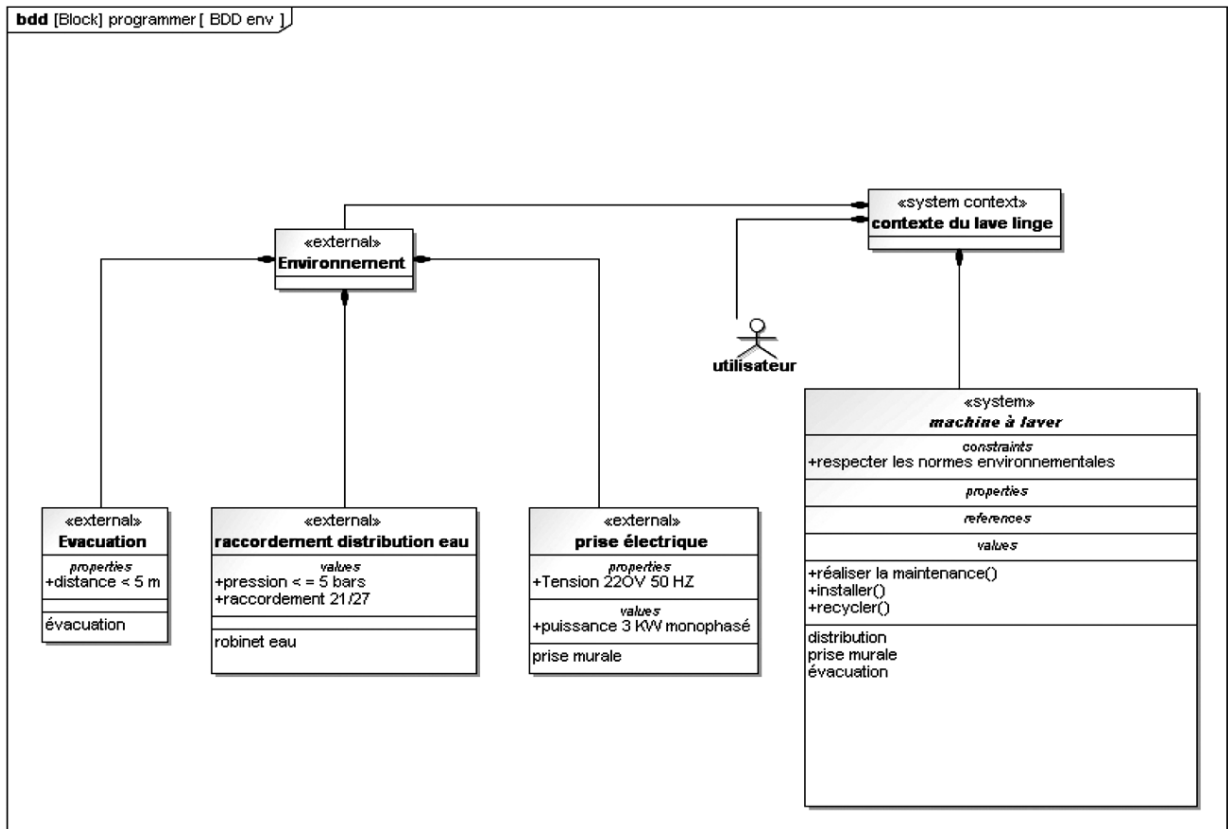
### 14.15.1 Forme graphique



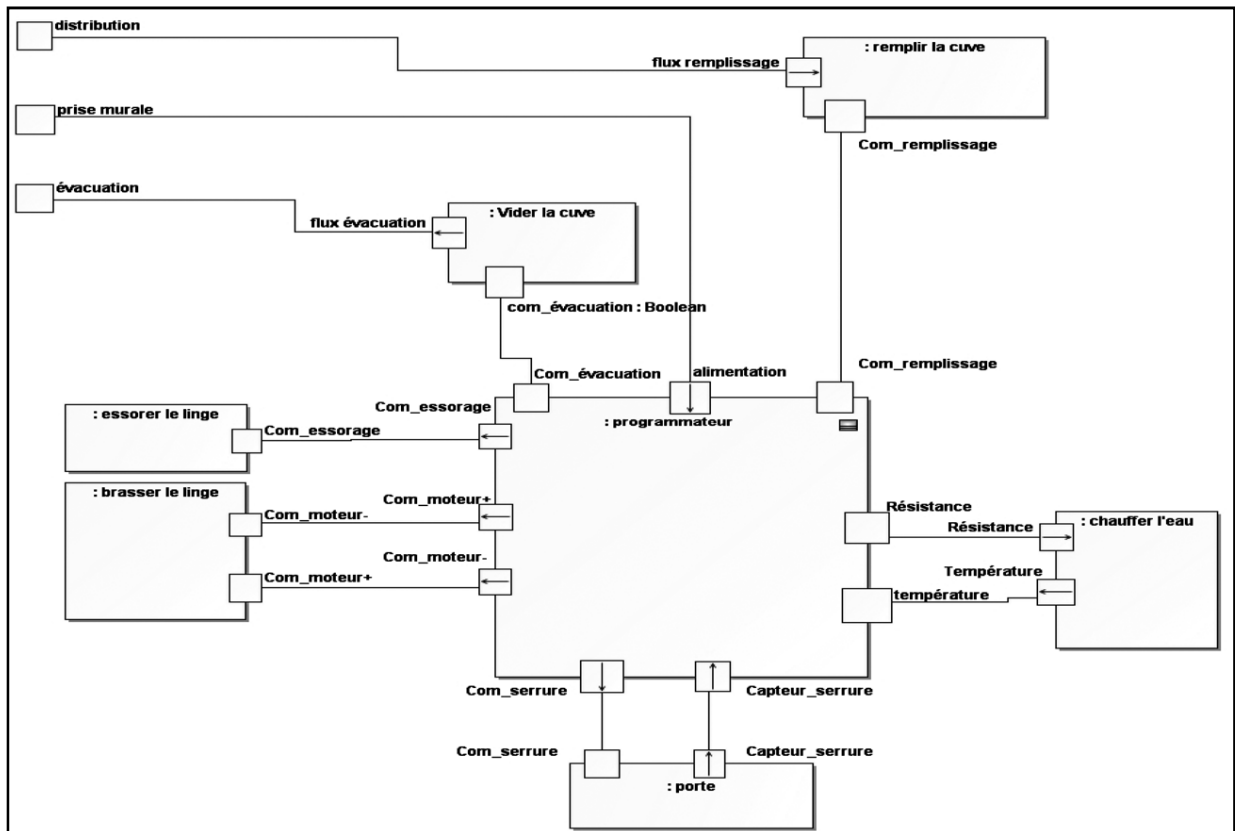
### 14.15.2 Forme tabulaire

#	ID	Name	Text	Critère	Flexibilité	Niveau
1	3	Filtration	Efficacité de 99.5% à 0.15µ MPPS (Most Penetrating Particle Size)	Filtration	F0	HEPA 12
2	2	Vitesse de l'air	La vitesse doit être au minimum de 600 km/h	Vitesse	F1	640 km/h

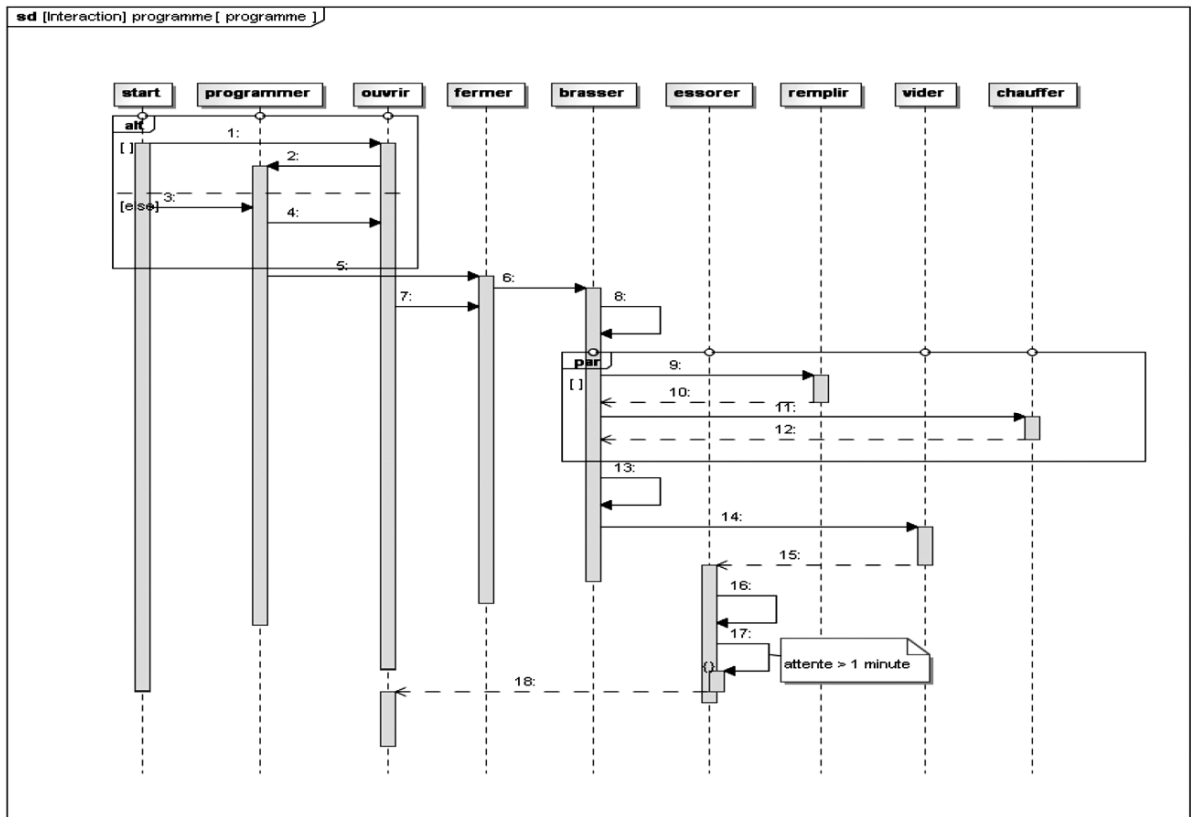
## 14.16 Langage SysML, diagramme de définitions de blocs (Definition Block Diagram, bdd)



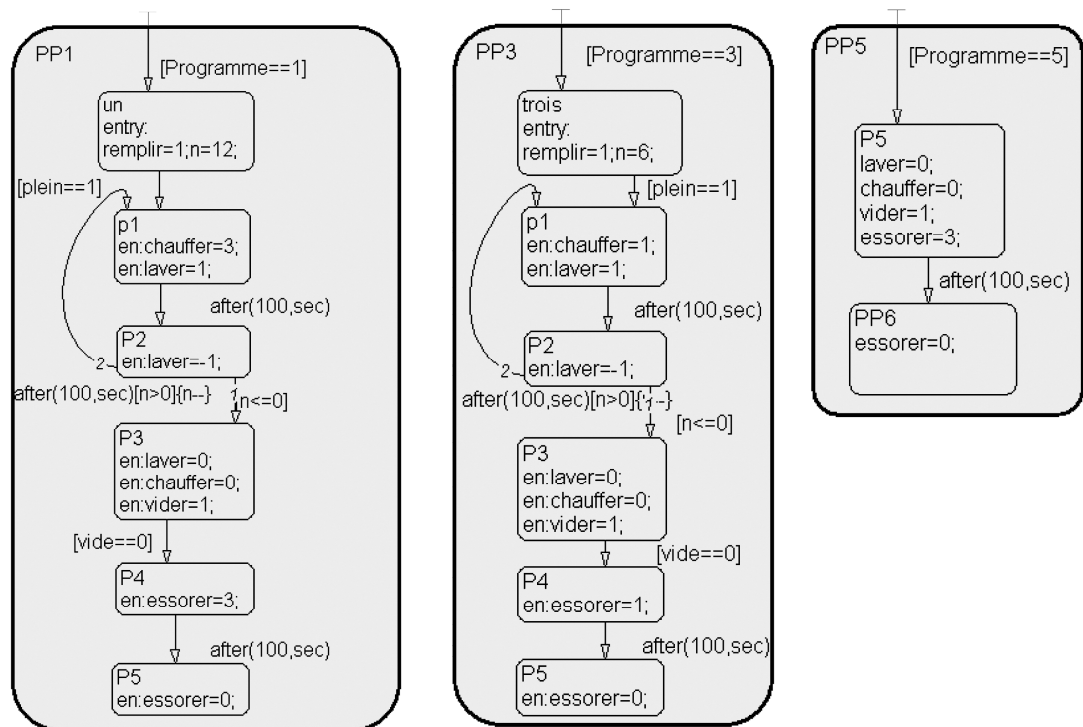
## 14.17 Langage SysML, diagramme de blocs internes (Internal Block Diagram, ibd)



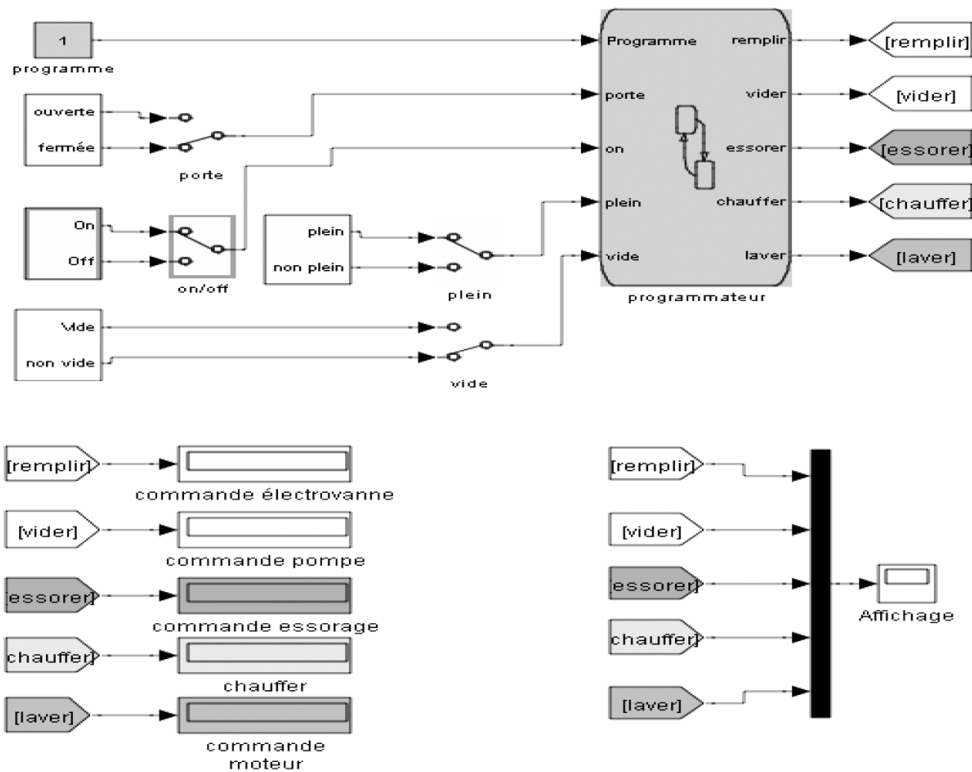
## 14.18 Langage SysML, diagramme de séquences (Sequence Diagram, seq)



## 14.19 Langage SysML, diagramme d'états (State Diagram, stm)

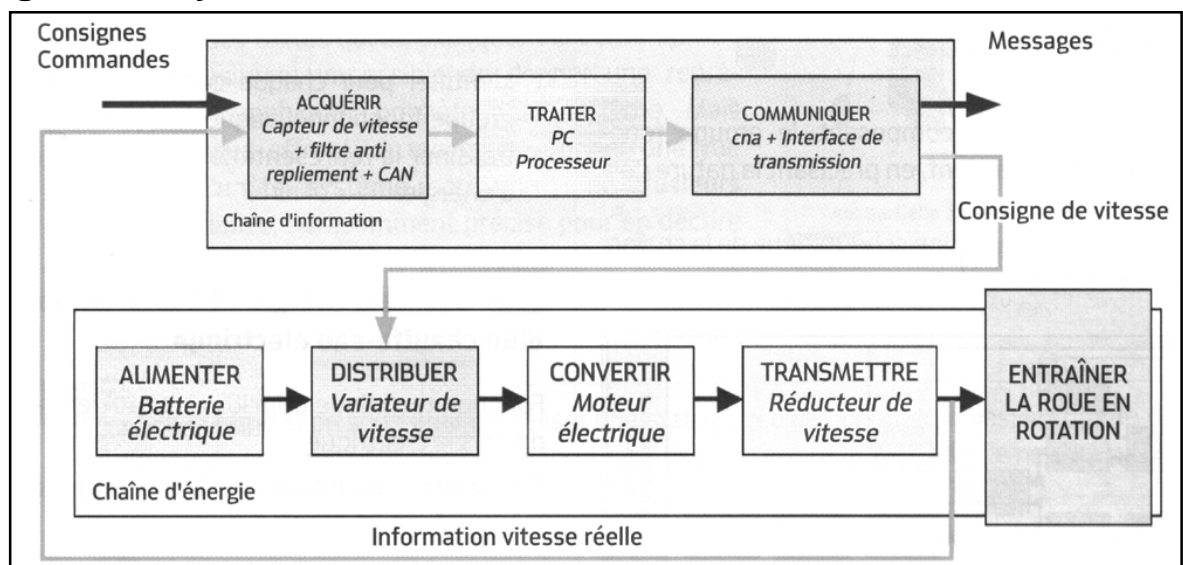


## 14.20 Langage SysML, diagramme paramétrique (Parametric Diagram, pd)



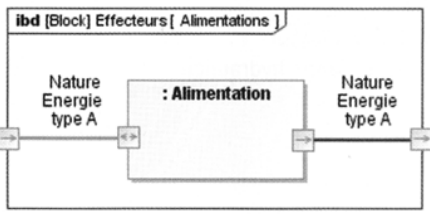
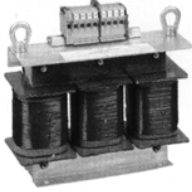
CERPET (2011). *Lave-linge*. Diaporama de présentation du langage SysML réalisé en collaboration avec l'équipe de formateurs de l'académie de Rouen. <https://www.cerpnet.adc.education.fr/ressources/1055/Presentation%20SYSML%20Lave%20linge.pdf>

## 14.21 Une représentation traditionnelle sans le recours à un diagramme SysML chez Hachette.



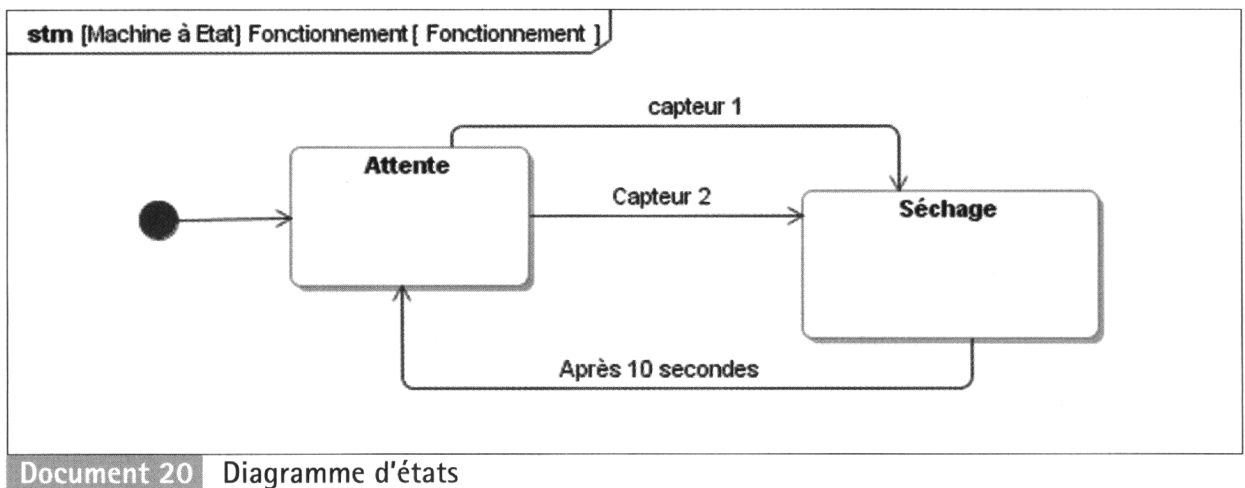
Cimelli Claudio (2011). *Technologies 1. Du réel au modèle 1<sup>re</sup> STI2D toutes spécialités*. Paris : Hachette technique. (p. 31).

## 14.22 Représentation d'un constituant à l'aide d'un seul bloc fonctionnel

<p>Alimenter</p>	<p>Cette fonction correspond à l'entrée d'un système raccordé à un réseau d'énergie sans tenir compte de la production de cette énergie.</p> <p><i>Exemples : transformateur électrique, régulateur hydraulique...</i></p>		 <p><b>Document 3</b> Transformateur électrique triphasé</p>
------------------	--	--	---

Perrin Jacques (2011). *Technologie. Enseignements technologiques transversaux. 1<sup>re</sup> et T<sup>em</sup> STI2D Programme 2011*. Paris : Nathan Technique. (p. 175).

## 14.23 Quand la nouveauté fait oublier les règles de représentation établies de longue date



Perrin Jacques (2011). *Technologie. Enseignements technologiques transversaux. 1<sup>re</sup> et T<sup>em</sup> STI2D Programme 2011*. Paris : Nathan Technique. (p. 171).

**14.24 Les sections du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique (CAPET) qui disparaissent au profit d'une section unique du CAPET sciences industrielles de l'ingénieur**

<i>Anciens CAPET</i>		<i>Nouveau CAPET</i>	
<i>dénominations</i>	<i>options</i>	<i>dénomination</i>	<i>options</i>
génie civil	équipements techniques- énergie	sciences industrielles de l'ingénieur	architecture et construction
	structures et ouvrages		
génie électrique	électronique et automatique		systèmes d'information et numérique
	électrotechnique et énergie		énergies et environnement
génie mécanique	construction		innovation technologique et éco- conception
	productique		
	maintenance des véhicules, machines agricoles, engins de chantier		
génie industriel	bois		
	structures métalliques		
	matériaux souples		
	plastiques et composites		
	verre et céramique		
technologie			

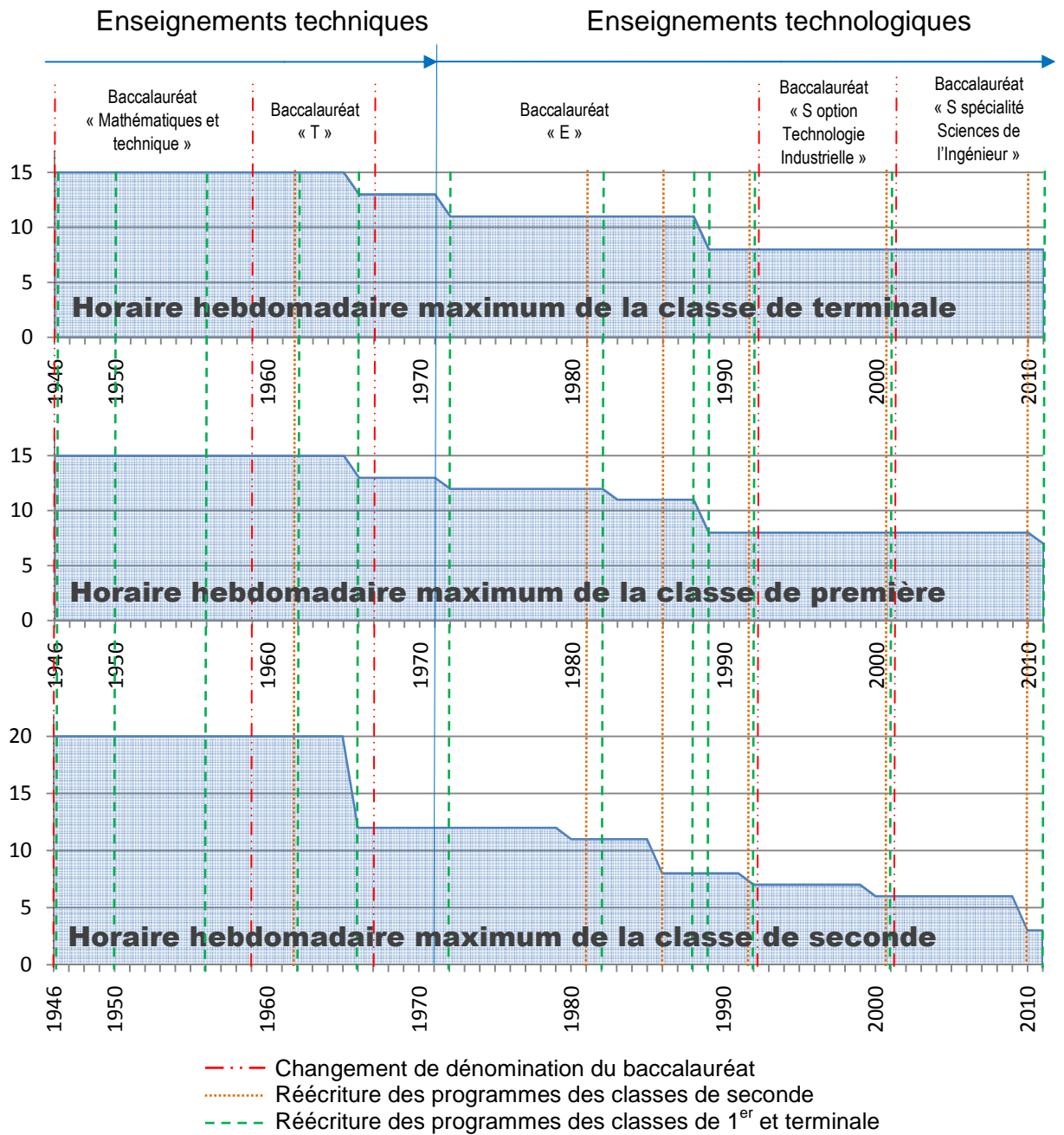


## 14.25 Les agrégations qui disparaissent au profit d'une agrégation unique de sciences industrielles de l'ingénieur

<i>Anciennes agrégations</i>	<i>Nouvelle agrégation</i>	
<i>dénominations</i>	<i>dénomination</i>	<i>options</i>
mécanique	sciences industrielles	sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie mécanique
génie mécanique		
génie civil		sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions
génie électrique		sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie électrique

## **15. La disciplinarisation de l'enseignement de la technologie - Un processus spécifique**

## 15.1 Horaires des matières techniques puis de l'enseignement technologique de 1946 à 2011



## 15.2 Évolutions des dénominations des enseignements et des horaires des épreuves d'examen

Évolution des dénominations et horaires des cours technique ou technologique des classes de seconde, première et terminale.

Épreuves d'examen des classes du baccalauréat mathématiques et technique, Bac T, E, S\_TI, S\_SI).

intitulé	niveau	Programme		Examen		
		Enseignement	Durée (h) Hebdo.	Épreuve (O) = oral / (É) = écrit	Durée (h)	Coef.
M et T 1947	2 <sup>nde</sup> I	Programme des ENP (bac technique en 2 ans)	{20}			
Bac T 1947	1 <sup>re</sup> TM	-Technique graphique - Technologie	{13}	-Technique graphique : (É) - Interrogation de technologie : (O)	4 2	2 2
Bac M et T 1947	Term. TM	-Technique graphique -Travail manuel et technologie	{13}	- Composition de technique graphique : (É) -Travail manuel et technologie : (O) travail manuel technologie Op.de spécialité (machines-outils, métaux en feuille, fonderie, menuiserie)	5 5	2 {4} 1 1 2
Bac M et T 1956	2 <sup>nde</sup> TI	- Dessin - Technologie de construction - Technologie générale - Travaux pratiques A_23_11_56	{18} 4 1 1 12			
Bac M et T 1956	1 <sup>re</sup> TM	- Dessin - Technologie de construction - Technologie générale - Travaux pratiques	{13} 4 1 1 7	Sans changement		

Bac M et T 1956	Term. TM	- Dessin - Technologie de construction - Technologie générale	{13} 4 1 8	Sans changement		
Bac T 1962	2 <sup>nde</sup> T	- Technique graphique - Technologie de construction A_12_02_62	{13}			
Bac T 1962	1 <sup>re</sup> TM	- Technique graphique - Technologie technologie professionnelle et générale technologie de construction - Technique pratique	{13}	- Technique graphique : (O) - Interrogation de technologie : (É)	4 2	2 2
Bac T 1962	Term. TM	- Technique graphique - Technologie technologie professionnelle et générale technologie des constructions mécaniques - Technique pratique	{13}	- Composition de technique graphique : (É) - Travail manuel et technologie : (O) Op.de spécialité (fabrications mécaniques ou fabrications électro- mécaniques) 1 <sup>re</sup> manipulation 2 <sup>nde</sup> manipulation	5      2h30 2h30	2 4

Bac T 1966	2 <sup>nde</sup> T T1)	Programme des disciplines industrielles - Construction (dessin industriel), prof 1 : Travaux graphiques de construction et TP de technologies de construction (essais, mesures) Technologie de construction Technologie des fabrications (ex techno générale) - Travaux pratiques (ateliers) (2 <sup>nde</sup> T1 commune avec BTn depuis 1964) D_10_06_65 et C_20_08_65	{6} 4 1 1       6			
Bac T 1966	1 <sup>re</sup> TM	Programme des disciplines industrielles - Dessin industriel et technologie , prof 1 - Travaux pratiques, prof 2 + chef Tx	{13}  5  8			
Bac T 1966	Term. TM	Programme des disciplines industrielles - Dessin industriel et technologie - Travaux pratiques, prof 2 + chef Tx  A_25_08_66	{13}  5  8	- Composition de technique graphique : (É) - Technique pratique (Op.A ou B) A _Préparation dessin, gamme usinage + Interrogation B _manipulation élec + interrogation	5    20 mn 13 mn 3 h 20 mn	2  {4} 1 1 2
Bac E 1967	2 <sup>nde</sup> T1 1 <sup>re</sup> T Term. T	Idem 1966 Op.T1 et T2 A_31_07_67	Idem 1966	- épreuve de construction mécanique : (É) Technique graphique Questions de technologie - épreuve obligatoire de technique pratique : (O)	3  1 4	3  3

1969	2 <sup>nde</sup> T	- Construction (dessin industriel + technologie) 1 <sup>re</sup> option - Travaux pratiques (Atelier) 2 <sup>ème</sup> (O)p. A_03_07_69	{12} 6  6			
E 1969 1 <sup>e</sup>		D. 65-428 10 juin 65 bo 24 du 24-6-65 - Dessin industriel et technologie - Travaux pratiques, prof 2 + chef Tx	{13}  5  8	A. 05_12_69		
E 1969 Ter.		D. 65-428 10 juin 65 bo 24 du 24-6-65 - Dessin industriel et technologie - Travaux pratiques, prof 2 + chef Tx	  7  4			
1970	2 <sup>nde</sup> T1	- Construction (dessin industriel + technologie) - Travaux pratiques (Atelier) A_19_03_70	6 6			
Bac E et Btn 1972	2 <sup>nde</sup> T1	Enseignement des disciplines industrielles Construction - Dessin technique + technologie de construction - Technologie des fabrications mécaniques et automatismes - Travaux pratiques (Atelier) A_16_05_72	{12} 4* + 1 1  6			

Bac E 1972	1 <sup>re</sup> T	- Dessin technique et technologie de construction - Technologie des fabrications mécaniques et automatismes - Travaux pratiques (Atelier)	4* + 2 - 2 4			
Bac E et Btn 1972	Term. T	- Dessin technique et technologie de construction - Technologie des fabrications mécaniques et automatismes - Travaux pratiques (Atelier)	{5} 4* + 1 {6} 2 4	- construction mécanique : (É) Dessin technique Étude technologique - épreuve obligatoire de technique pratique : (O) A _Analyse de fabrication B _manipulation à l'atelier + questions C_72-455_23_11_72	3 1  30 mn 3h30	4   3
Bac E 1974		1972 ci-dessus		Mise en place d'une manipulation d'automatisme sur la base du programme de 1972 (2 <sup>nde</sup> T1 et 1 <sup>er</sup> E) qui peut avoir lieu à la place de celle d'atelier C_73-471_14_11_73		
Bac expérimentaux 1975	S1, S2 L1, L2 LS1, LS2 et LS3	2 options distinctes et indépendantes - Technologie - Mécanique appliquée		- Technologie : E - Mécanique appliquée : E	3 3	3 3
2 <sup>nde</sup> 1978	2 <sup>nde</sup> T1 Bac E Btn	Idem programme 1967 (modifié 1970 et 1972) Prof de dessin (construction) + prof technique ou technique adjoint	12			



<p>2<sup>nde</sup> 1980 31/10/8 — 1983 24/5/83</p>		<p>Classe de détermination mais dans les enseignements optionnel, enseignements technologiques spécialisés 2a : technologies industrielles obligatoire pour bac E et F1, F2 et F3 autres enseignement optionnels (non spécialisée): technologie</p>	<p>{11}  3,5 + (7,5)    3</p>			
--	--	---	---	--	--	--

Bac E 1982	1 <sup>re</sup> Bac E	Technologie Études des constructions {6} - Technologie de construction 2 - Dessin de construction 4 Mise en œuvre {6} - Technologie (fabrication + automatique) 2 - Travaux pratiques 4				
		A_09_03_82				

Bac E 1982	T Bac E	Technologie Études des constructions - Technologie de construction - Dessin de construction - Mise en œuvre technologie (fabrication + automatique) travaux pratiques (fabrication + automatique) A_09_03_82	{5,5} 1,5 4 {5.5} 1,5 4	- Épreuve de construction mécanique : (É)  -Technique pratique : (O) A. 16_05_83 Voir détail NS en 1983	4  4	4  3
Op.EM T 1982	2 <sup>nde</sup> , 1 <sup>re</sup> et Term.	- Projets mono ou pluritechniques	3			
Bac E 1983	1 <sup>re</sup> T	Technologie dont 4 h de TP par groupe d'atelier Étude des constructions - Technologie de construction - Dessin de construction - Mise en œuvre technologie (fabrication + automatisme) travaux pratiques (fabrication + automatique)	{12} (10h mini)  2 4 2 4			
Bac E 1983	Term. T	Technologie dont 4 h de TP par groupe d'atelier - Étude des constructions Technologie de construction Dessin de construction - Mise en œuvre technologie (fabrication + automatisme) travaux pratiques (fabrication + automatique)	{11}  1h30 4  1h30 4	- Construction mécanique : (É) Étude technologique Dessin de construction - Technique pratique : (O) Étude de fabrication Mise en œuvre A_soutenance orale d'un dossier (étudié en terminale) B_usinage ou automatisme  NS 83-245 du 27 juin 83	1 3  1h30 30 mn 2h15	1 3  1 1 1
2 <sup>nde</sup> TSA 1986	2 <sup>nde</sup>	Technologie des systèmes automatisés	4			

2 <sup>nde</sup> Producti que 1986	2 <sup>nde</sup>	Productique	4			
Bac E 1988	1 <sup>re</sup> T	Technologie industrielle - Étude des constructions (génie méca, 5 h mini) - Étude des systèmes techniques (génie élec, 5 h mini) Automatique et informatique industrielle Électronique	{12} 3 + 3  1,5 + (1,5)  1,5 + (1,5)			
Bac E 1988	Term. T	Technologie industrielle - Étude des constructions (génie méca) - Étude des systèmes techniques (génie élec) Automatique et informatique industrielle Électronique	{11} 2,5 + (3)  1 + (1,5) 1,5 + (1,5)			
Op.TI 1988	1 <sup>re</sup> et Term.	- suite à la TSA A_25_4_88	3 h			
Bac E 1989	1 <sup>re</sup> T	Technologie industrielle - Étude des constructions (GM) (4 h mini) - Étude des systèmes techniques (GE) (4 h mini) Automatique et informatique industrielle Électronique	{8} 1 + 3  0,5 + (1,5)  0,5 + (1,5)			
Bac E 1989	Term. T	Technologie industrielle - Étude des constructions (GM) - Étude des systèmes techniques (GE) Automatique et informatique industrielle Électronique	{8} 1 + (3)  0,5 + (1,5)  0,5 + (1,5)			
Bac S Op. TI 1992	1 <sup>re</sup> S	Technologie industrielle				

Bac S Op. TI 1992	Term. S	Technologie industrielle		Épreuve écrite de technologie, étude d'un système technique : Épreuve pratique de technologie, mise en œuvre d'un système pluritechnique : NS 94-209 19-7-94 BO 10_28/07/94	4  4	6  3
Bac S Op. TI 1994				Épreuve écrite de technologie : (É) Étude d'un système pluritechnique Épreuve pratique de technologie : (O) Mise en œuvre d'un système pluritechnique NS 94-209 19_7_1994 BO 10_28/07/94	4  4	6  3
1999	2 <sup>nde</sup> SA	Systèmes automatisés	3			
2000	2 <sup>nde</sup> ISI	Initiation aux sciences de l'ingénieur	3			
Bac S Op. SI 2001	1 <sup>re</sup> T	Sciences de l'ingénieur Cours (GM) Cours(GE) Travaux pratiques (GM) (dont 0,5 h de TPE) Travaux pratiques (GE) (dont 0,5 h de TPE)	{8} 1 1 3 3	TPE	30	2
Bac S Op. SI 2002	T	Sciences de l'ingénieur Cours (GM) Cours(GE) Travaux pratiques (GM) (dont 0,5 h de PPE) Travaux pratiques (GE) (dont 0,5 h de PPE)	{8} 1 1 3 3	A - Partie écrite de sciences de l'ingénieur : B - Partie de travaux pratiques de sciences de l'ingénieur : Évaluation du travail de l'année terminale Travaux pratiques NS : N°2002-141 – du 27-6-2002 – BO n° 27 du 4 juillet	4  3	4  {5}  1  4

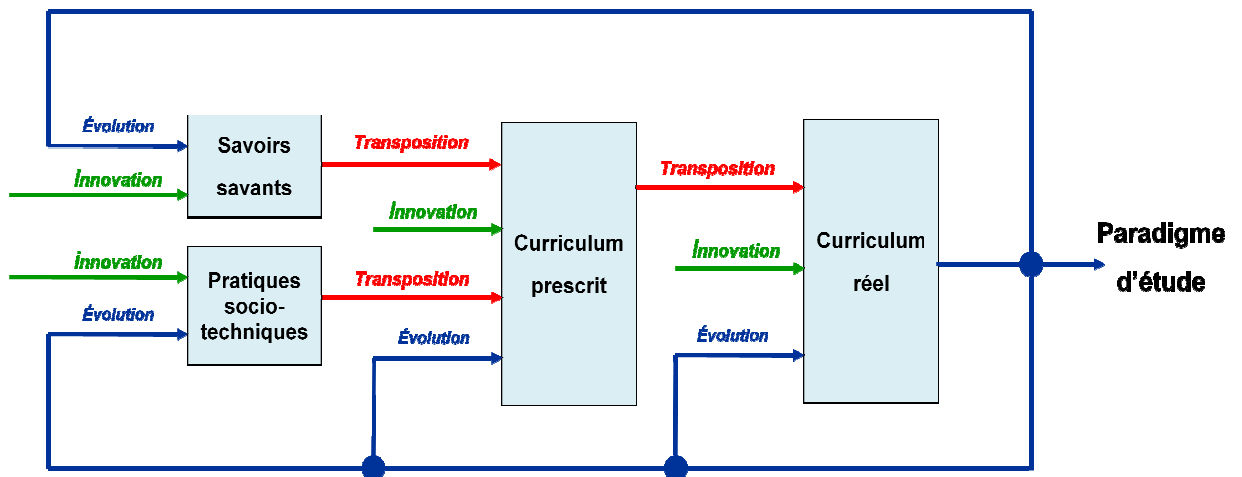
Bac S Op. SI 2005	T	Sciences de l'ingénieur Cours (GM) Cours(GE) Travaux pratiques (GM) (dont 0,5 h de PPE) Travaux pratiques (GE) (dont 0,5 h de PPE)	{8} 1 1 3 3	A - Partie écrite de sciences de l'ingénieur : B - Partie de travaux pratiques de sciences de l'ingénieur : Évaluation du PPE de l'année terminale Travaux pratiques NS : N°2005-170 du 27-10-2005 – BO n° 41 du 10 novembre	4   3	4 {5} 2 3
2010	2 <sup>nde</sup> SI	Enseignement d'exploration : sciences de l'ingénieur (SI)	1,5			
2010	2 <sup>nde</sup> CIT	Enseignement d'exploration : création et innovation technologiques (CIT)	1,5			
Bac S Option SI 2011	1	Sciences de l'ingénieur Cours Travaux pratiques TPE	{7} 2 4 1			2
Bac S Option SI 2012	T	Sciences de l'ingénieur Cours Travaux pratiques PPE	{8} 2 4 2	Épreuve écrite  Épreuve orale (sous réserve de parution du texte mi 2012)	4  20 mn	4  2

Les horaires de dessin d'art ne sont pas figurés.

### 15.3 De l'organe au système, l'évolution des outils d'analyse par sédimentation des couches paradigmatiques d'études technologiques

Repères	Paradigmes	Principales caractéristiques	phases
Après 2011	Paradigme de la démarche de l'ingénieur	Représentation graphique uniformisée des systèmes pluritechnologiques complexes à l'aide du langage SysML (emprunté à l'industrie), mesure et modélisation multimodale des écarts entre systèmes voulu, réel et simulé	Disciplinarisation de la technologie
2002 à 2010	Paradigme de l'approche système	Chaîne d'information et chaîne d'énergie inaugurent un nouveau type de chaînes fonctionnelles représentées à l'aide de fonctions génériques (acquérir, traiter, communiquer et alimenter, distribuer, convertir, transmettre et effectuer), utilisées du collège aux classes préparatoires et en BTS	
1992 à 2001	Paradigme des chaînes fonctionnelles	Chaîne d'action et chaîne d'acquisition prennent le pas sur les parties opératives et de commande, les systèmes deviennent pluritechnologiques, l'analyse de la valeur (normalisée), entrent dans les contenus scolaires (diagrammes des interacteurs et FAST)	
1985 à 1991	Paradigme des systèmes pluritechniques	Décomposition fonctionnelle des systèmes selon une analyse de type descendante, outils de type SADT (empruntés à l'entreprise), analyse systémique, apparition de l'analyse de la valeur	
1979 à 1984	Paradigme des systèmes automatisés	Généralisation des schémas blocs selon un modèle partie opérative, partie commande ; usage du langage Grafset (apport de la recherche universitaire et industrielle)	Secondarisation de l'enseignement technologique
1970 à 1978	Paradigme des objets techniques	Schéma fonctionnel sous forme de schémas blocs (boîtes noires), notions de flux et de milieux extérieurs, analyse d'un objet selon un point de vue externe, recherche d'un modèle de schéma « global »	
1959 à 1969	Paradigme des machines	Analyse technique (analyse / synthèse), schémas d'organisation technologique et tableaux d'analyse	
1945 à 1958	Paradigme des organes de machine	Description fonctionnelle et organique des organes de machines, essor des schémas descriptifs et explicatifs	Configuration de l'enseignement technique
Avant 1945	Schéma figuratif et dessin industriel se partagent les fonctions de description des pièces mécaniques et des machines à des fins explicatives et de fabrications. (scolarisation de l'enseignement technique)		

## 15.4 Schéma du processus de construction didactique des paradigmes d'étude technologique





## 16. Création de l'Association des professeurs de technologie de l'enseignement public (APTEP) sous l'impulsion de l'inspection générale

### VIE DE L'ASSOCIATION

*Dans ce premier numéro nous désirons informer les sociétaires de ce qu'a été la mise en route de notre association, c'est-à-dire l'activité du comité et du bureau provisoires. On peut distinguer, dans les préoccupations de ce dernier, deux tendances principales :*

- *Donner véritablement une existence à l'association sur le plan légal et sur le plan matériel.*
- *Définir les buts principaux de l'activité de l'association et engager les premières actions, en particulier la publication du bulletin.*

*Nous allons relater, aussi succinctement que possible, l'activité du bureau provisoire dans ces deux domaines.*

#### La naissance de l'association

La nécessité de coordonner l'action de tous les professeurs de technologie est ressentie par beaucoup depuis un certain nombre d'années. D'ailleurs sur le plan local il y a eu un essai de constitution de quelques groupes de travail. Ceux-ci n'ont pas toujours pu mener à bien leur action faute de moyens. La nécessité d'un groupement sur le plan national était donc évidente. L'idée en a été formulée de façon précise par certains inspecteurs généraux, en particulier MM. Geminard et Campa. C'est ce dernier qui a contacté trois personnes :

- **Henri Longeot**, professeur de dessin technique à l'ENNEP de Paris ;
- **Daniel Sauvalle**, professeur de technologie à l'IUT de Reims ;
- **Bernard Mery**, professeur de construction à l'ENSET.

Ce premier noyau, rassemblé le 14 février 1970 à l'ENSAM de Paris a pensé appeler un certain nombre de personnes à une réunion le 14 mars 1970.

M. l'inspecteur général Basquin, alors directeur de l'ENSET et très favorable à l'idée de cette association a bien voulu mettre un local à notre disposition. C'est ainsi qu'une cinquantaine de personnes, tous professeurs de technologie, se sont retrouvées à Cachan le 14 mars.

Le compte rendu de cette séance, réalisé par notre collègue **Georges David**, professeur au LTE de Cachan relate le travail de cette toute première assemblée.

#### Compte rendu de la réunion constitutive du 14 Mars 1970

La séance est ouverte à 9 h. 45 par M. **Basquin**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique. Celui-ci souligne l'évolution de l'Enseignement Technique durant ces dernières années, évolution que doit suivre, elle aussi, la technologie. Selon M. Basquin il en sera ainsi si elle fait l'objet de travaux collectifs et il explique de cette façon la nécessité d'une association de Professeurs de technologie centralisant les travaux, guidant les Professeurs isolés par la publication de réflexions collectives, ou individuelles, et organisant des séances de travail. En donnant la parole à M. l'Inspecteur général Campa, M. Basquin souhaite bonne chance à l'association qui, il l'espère, sera « propagatrice de foi technologique ».

M. l'Inspecteur général Campa indique en quelques mots que M. l'Inspecteur général Geminard est à l'origine de cette idée d'association de Professeurs de Technologie. Ce dernier voudrait que les Professeurs de Technologie et mécanique connaissent le même épanouissement que leurs collègues des autres disciplines groupés déjà en associations (mathématiques, physique, géographie, etc...).

M. Campa insiste sur la **liberté totale** que doit avoir cette association, aussi bien au point de vue administratif qu'au point de vue syndical. Et tout de suite il demande à être mis à l'écart de l'association, à laquelle il accorde toute sa confiance, mais dont il ne veut pas influencer l'épanouissement. Il veut bien aider l'associa-

## ***Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur. Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation depuis la Libération***

Centrée sur les évolutions des enseignements techniques vers les sciences de l'ingénieur, la thèse présente et discute le processus de disciplinarisation de la technologie industrielle. Les bouleversements contemporains dans les classes de lycée en révèlent la phase d'achèvement. L'analyse didactique et historique depuis la Libération, menée principalement à partir de l'étude des prescriptions et des discours repère les évolutions et les ruptures, à l'aide d'un modèle d'étude curriculaire qui focalise les missions, l'organisation (administrative et pédagogique) et l'enseignement (contenus et méthodes).

Trois grandes périodes sont mises en évidence : 1) la configuration de l'enseignement technique (1945-1958), son développement et sa structuration ; 2) la secondarisation de l'enseignement technologique (1959-1984) et son incorporation dans le système éducatif unifié ; 3) la disciplinarisation de la technologie (1985-2012), sa graduelle organisation curriculaire verticale et sa nouvelle désignation sciences de l'ingénieur.

Inscrite dans une dynamique à la fois sociopolitique, économique et institutionnelle, la disciplinarisation de la technologie dans l'enseignement long semble principalement déterminée par ses missions d'augmentation des qualifications. Ce long processus est marqué par l'élaboration de contenus enseignables que révèle l'étude de l'évolution de l'analyse fonctionnelle. De l'organe de machines aux systèmes pluritechnologiques, les modifications des contenus se cristallisent successivement en huit couches paradigmatiques.

Au-delà de la mise au jour du processus de disciplinarisation de la technologie qui ouvre la discussion avec les travaux disponibles sur d'autres enseignements, la thèse met à disposition une histoire inédite de l'enseignement technique ainsi que les sources nécessaires pour de nouvelles recherches et indispensables pour saisir et porter les bouleversements contemporains.

-----

**Mots clés :** *didactique du curriculum, disciplinarisation de la technologie, sciences de l'ingénieur, histoire des enseignements, lycée et classes préparatoires aux grandes écoles.*

***From the industrial technology to the engineering sciences.***

***Didactic and historical analysis since 1945.***

The PhD presents and argues that the industrial technology is becoming an academic subject. In high schools, the contemporary changes bring to light the final phase. The didactic and historical analysis, mainly led by the study of official regulations and speeches, tracks down the evolutions and the changes, by means of a model of examination of the school disciplines focusing on the missions, the organization (administrative and educational) and the education (the programs and the methods).

Three main periods are identified: 1) the configuration of the technical education (1945-1958), its development and its structure; 2) the blending of the technology in high schools (1959-1984) by the unification of the education system; 3) the technology as an academic subject (1985-2012) from the primary school to the university, newly named the engineering sciences.

This process comes within socio-political, economic and institutional context and is mainly defined by its missions of increasing qualifications. The examination of the functional analysis tools, employed to study the technical systems, reveals the elaboration of teachable contents. The contents changes, from the machines organ to the multitechnological systems, have been built one after the other, according to eight paradigms.

On the one hand, the PhD reveals the process of "disciplinarization" of the technology and opens the discussion on the available researches about others disciplines. On the other hand, the PhD provides an original history of the technical education, the necessary sources for new researches and for understanding and supporting the contemporary changes.

-----

**Keywords:** *didactics of curricula, disciplinarization, engineering sciences, history of school subjects, secondary and tertiary school.*

-----

## **Rapport de soutenance de la thèse présentée par Monsieur Christian Hamon**

*« Des enseignements techniques aux sciences de l'ingénieur.  
Analyse didactique et historique du processus de disciplinarisation depuis la Libération ».*

Thèse soutenue publiquement le 19 juin 2012 à l'université Descartes (Paris), dirigée par le professeur Joël Lebeaume (Université Paris-Descartes) devant le jury présidé par le professeur Jacques Ginestié (Aix-Marseille Université), les deux rapporteurs, les professeurs Jean-Louis Martinand (ENS Cachan) et Pierre Kahn (Université de Caen), et les examinateurs, les professeurs Pierre Lamard (Université de Technologie de Belfort-Montbéliard), Jean-Jacques Lesage (ENS Cachan), Philippe Girard (Université Bordeaux 4) et Dominique Taraud (Inspecteur Général de l'Éducation Nationale).

Après avoir ouvert la séance à la suite de la présentation orale de Christian Hamon, le président invite le directeur de thèse, le professeur Joël Lebeaume, professeur de sciences de l'éducation à l'université Paris Descartes, à prendre la parole. Celui-ci remercie vivement Christian Hamon pour sa soutenance. Il tient tout d'abord à le féliciter pour l'ensemble du travail accompli. Il souligne ce travail impressionnant à la fois dans l'identification, le recueil minutieux de sources non référencées jusqu'alors, leur classement, leur contrôle puis leur analyse croisée, et dans le rythme soutenu, régulier et programmé de l'analyse et de l'écriture. Il indique également les échanges constants, les discussions fréquentes avec des écrits communs, les relations confiantes qui sont autant de manifestations d'une immersion totale dans sa recherche. À cet égard, il tient à indiquer que pour parvenir à ce mémoire qui constitue la référence désormais incontournable, Christian Hamon, en raison du refus répété à ses demandes de congé-formation, a dû pendant trois ans choisir de ne travailler qu'à temps partiel avec les implications personnelles et familiales à la fois d'ordre matériel et symbolique. Cet engagement et les sacrifices adjoints ne conduisent qu'à une profonde considération de la recherche accomplie et à des félicitations méritées.

Pour Joël Lebeaume, les félicitations ne concernent pas seulement ces aspects contextuels. Elles concernent aussi la recherche elle-même qui met à disposition un ensemble inédit de documents, de textes, d'extraits et de références qui permettent d'ouvrir de nombreuses recherches complémentaires. Mais la contribution scientifique dépasse ce recueil historiographique car la thèse ouvre un vaste chantier sur la problématique centrale consacrée au processus de disciplinarisation, très faiblement travaillé en France et absente au plan international pour l'enseignement technologique long. Le travail de Christian Hamon est alors un apport décisif car il complète les recherches consacrées à l'éducation technologique tout en permettant de comprendre les grands mouvements d'ensemble de ces enseignements du collège aux classes préparatoires tout en permettant de saisir les spécificités de chacun de ces deux parcours. Joël Lebeaume souligne en ce sens les ouvertures ainsi offertes pour le développement des recherches en didactique des curriculums qui, au-delà des histoires reconstruites, mettent en évidence les problèmes de recherche majeurs concernant la sélection et l'organisation des contenus, leurs structurations verticale et transversale, leurs évolutions, leurs origines ainsi que les conditions de leur mise en œuvre, ce que Christian Hamon pointe dans les pôles des missions et des ressources. Cette thèse n'est pas ainsi une thèse d'histoire d'un

enseignement même si elle y apporte une forte contribution, c'est une thèse de didactique car les spécificités du contenu exigent un spécialiste du contenu capable d'identifier les cohérences qui s'installent au-delà des discours qui les prônent et les légitiment.

Dans cet esprit, Joël Lebeaume remercie Christian Hamon de cet apport qui donne lieu aujourd'hui à une discussion scientifique sérieuse car adossée à un travail consistant mené par un spécialiste de la voie technologique et de la technologie industrielle. Il considère aussi que cette thèse est soutenue à un moment décisif car elle permet de comprendre la rupture introduite par les mesures réglementaires très récentes qui correspondent à la fin d'un long processus entamé à la Libération et car elle permet de penser les reconfigurations à venir, leurs conditions de possibilité, leurs contraintes et leurs faiblesses.

Joël Lebeaume, présente ensuite l'itinéraire de Christian Hamon marqué par son parcours dans l'enseignement technique. À l'issue de la troisième, à l'âge de 16 ans, il prépare un CAP d'électronicien d'équipement en apprentissage (de 1973 à 1975), avec une formation en alternance entre un CFA et dans l'entreprise TRT (télécommunication radioélectrique et téléphonique), filiale du groupe Phillips. En 1975, à 18 ans, il est salarié de cette entreprise et réalise en tant qu'ouvrier professionnel le câblage d'équipements électroniques aéronautiques et de télécommunications. En 1980, il est recruté comme maître auxiliaire PTEP (professeur technique d'enseignement professionnel), et enseigne en lycée professionnel les télécommunications et courants faibles à des élèves qui préparent un CAP, puis à ceux qui préparent un BEP. Puis il enseigne en BEP d'électrotechnique. En 1991, il est lauréat du concours CP-CAPET, puis, après deux ans de formation au CFPET de Cachan, il obtient le CAPET option électronique et automatisme. Sa large expérience d'enseignement et d'innovation concerne l'électrotechnique et la maintenance des systèmes mécaniques automatisés en Bac Pro (MSMA), des formations d'adultes pour le compte du GRETA, divers emplois d'électrotechnicien et de technicien de maintenance industrielle en qualité d'intérimaire, l'installation du pôle génie électronique et sciences de l'ingénieur, l'ouverture d'une section de seconde de technologie des systèmes automatisés (TSA), puis d'une section de sciences de l'ingénieur du baccalauréat S, d'une section de bac pro MAVELEC (maintenance des matériels audiovisuels et électroniques) puis d'une section de baccalauréat STI (sciences et technologies industrielles) électronique. Il enseigne aujourd'hui, les sciences de l'ingénieur en bac S et l'enseignement de spécialité « énergie et environnement » du baccalauréat STI2D (sciences et technologie de l'industrie et du développement durable).

La soutenance d'aujourd'hui est aussi l'expression de cette longue expérience, mise à distance avec discernement dans le mémoire ainsi mis à disposition de la communauté scientifique et également de l'institution scolaire. En conclusion, Joël Lebeaume renouvelle toutes ses félicitations pour ce travail courageux, de grande ampleur et avec des perspectives fécondes. Il souhaite vivement que la soutenance constitue une étape pour des recherches complémentaires menées dans la complicité fructueuse mise en œuvre jusqu'alors.

Le président invite alors le premier rapporteur à faire part de ses commentaires sur le travail de l'impétrant. Jean-Louis Martinand, Professeur émérite de Sciences de l'éducation (didactiques des sciences et techniques) à l'École normale supérieure de Cachan, et rapporteur lors de la soutenance, dit d'abord se réjouir de voir soutenue par M. Christian Hamon une thèse qui correspond bien au projet du GDSTC (Groupe de didactique des sciences et techniques de Cachan), devenu l'équipe STEF, dans laquelle il a commencé sa thèse : s'intéresser « du point de vue des contenus » aux « disciplines technologiques ».

Le travail de Christian Hamon présente un caractère monumental, avec un mémoire en trois volumes (529 pages) et deux volumes d'annexes (453 pages). Le mémoire comprend 16 chapitres regroupés en cinq parties, dont la première est une position de problématique et les quatre autres sont « calées » sur la périodisation historique retenue (jusqu'en 1958, de 1959 à 1969, de 1969 à 1984, de 1985 à 2009, depuis 2010). Les annexes sont rapportées aux différents chapitres ; elles regroupent des textes officiels (550) et de très nombreux documents d'archives, ou tirés de revues et de manuels.

Le premier apport du travail de Ch. Hamon est son recueil d'annexes. Il permet au chercheur de disposer de documents certes disponibles (documents officiels) mais peu ordonnés pour la période étudiée, et surtout il rassemble des extraits représentatifs de manuels, articles de revues professionnelles et documents d'enseignement et de formation qui sont peu accessibles aujourd'hui,

oubliés ou même « censurés » par les promoteurs des réformes successives, comme ceux, nombreux et fondamentaux produits dans les anciennes Écoles Normales Nationales d'Apprentissage.

Le second apport est évidemment contenu dans son mémoire. La première partie *Une contribution à l'étude didactique de la disciplinarisation* (57 p.) présente d'abord (Introduction) la place et les évolutions de l'enseignement « technique » dans les bouleversements de l'enseignement depuis un gros demi-siècle, puis (Le processus de disciplinarisation) les questions qui ordonnent la thèse, autour des idées de discipline et disciplinarisation, inspirées par des travaux anglais et français, idées qui vont être mises en oeuvre pour les enseignements selon « le prisme des acteurs » et « le miroir des contenus », justifiant pour l'auteur la qualification de « didactique et curriculaire » pour son « enquête historique » (ch. 3). Le choix de l'objet, avec le baccalauréat maths-technique comme foyer, la constitution du corpus de sources, les caractéristiques du traitement des données sont argumentées. Cette partie « problématique » est sans doute la moins satisfaisante par les faiblesses de l'élaboration théorique du concept de « disciplinarisation » qui doit servir de cadre à la recherche et le manque de rigueur pour manipuler comme chercheur les termes polysémiques, administratifs ou éducatifs comme enseignement(s) technique(s), technologique(s) ou professionnel(s). On aurait attendu une terminologie explicite de chercheur qui permette une prise de distance par rapport aux facilités et confusions inconscientes ou non des lexiques commun, professionnels, idéologiques ou politiques, et ce faisant une critique des sources utilisées. La question fondamentale de ce qui peut être qualifié de « professionnel » par contraste avec « technologique » aujourd'hui n'est pas vraiment posée. Enfin on aurait attendu ici une caractérisation première de ce que l'auteur entend par « technologie », permettant d'éviter les présupposés d'un signifiant transparent, d'un signifié évident, et d'une « essence » invariante du référent, la « technologie », quelle que soit sa situation dans le monde, l'histoire, l'ordre et le niveau d'enseignement.

La deuxième partie *La configuration de l'enseignement technique* comporte sept chapitres :

- (4) L'enseignement technique scolarisé avant 1945, naissance et évolution, contenus et problèmes (27 p.). C'est un panorama nécessaire, cependant insuffisamment critique, à partir des sources et surtout de travaux de recherche marquants, mais conduits selon des points de vue divers.
- (5) La création du baccalauréat mathématiques et technique - Les réformes de l'enseignement technique entre 1945 et 1947. L'exposé de la recherche originale commence vraiment avec la focalisation sur ce nouveau baccalauréat, qui confronte le secondaire technique avec le secondaire général.
- (6) Contenus d'enseignement, formations des professeurs et baccalauréat technique, les nouveaux enjeux de l'enseignement technique.
- (7) 1948-1958, l'essor avant les grands changements – Le paradigme des organes de machines.

Ces chapitres 5 à 7 sont passionnants par la mise en perspective des élaborations créatives de nouveaux contenus éducatifs plus « scientifiques » (ch. 6), avec l'apparition de ce que C. Hamon appelle un « paradigme », celui des organes de machines et les tentatives de technologie « expérimentale » (ch. 7), sur toile de fond de « configuration » de l'enseignement technique français, si spécifique.

La troisième partie *La secondarisation de l'enseignement technologique* va de 1959 à 1984 :

- (8) 1959-1969, entre incorporation et spécialisation, la mutation de l'enseignement technique – Le paradigme des machines.
- (9) 1970-1978, différenciation professionnel/technologique et avènement des génies – Le paradigme des objets techniques.
- (10) 1979-1984, l'intégration de la technologie au lycée – Le paradigme des systèmes automatisés.

La quatrième partie *La disciplinarisation de la technologie*, est le cœur de la thèse, où Ch. Hamon déploie sa connaissance intime des contenus technologiques d'enseignement, de leur variabilité synchronique et de leurs variations diachroniques :

- (11) 1985-1990, le décloisonnement des spécialités des enseignements technologiques – Le paradigme des systèmes pluritechniques.

- (12) 1992-1999, l'entrée de la technologie dans les classes préparatoires - Le paradigme des chaînes fonctionnelles.

- (13) 2000 – 2009, l'avènement des sciences de l'ingénieur et l'homogénéisation des enseignements de technologie – Le paradigme de l'approche système.

La cinquième partie, sous le titre trop téléologique *L'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie – Le paradigme de la démarche de l'ingénieur*, présente et discute les derniers développements du « processus », les réflexions du chercheur (et enseignant) sur la disciplinarisation spécifique ayant affecté la technologie, et ses propositions.

- (14) l'après 2010, vers l'achèvement du processus de disciplinarisation de l'enseignement de la technologie – Le paradigme de la démarche de l'ingénieur. Ce chapitre 14 « boucle » l'enquête historique, marquée par un déplacement de la question initiale, de la disciplinarisation de l'« enseignement technique » à celle de la « technologie », c'est-à-dire d'un autre point de vue l'avènement d'une discipline technologique unitaire, transcendant les domaines techniques, par appel à un dernier paradigme, très discuté mais pas discuté, celui de « la » démarche de « l' » ingénieur. J-L Martinand pense qu'il aurait été intéressant et fructueux de comparer cette tentative avec celle du Groupe technique disciplinaire technologie (collège) entre 1995 et 2000 sur la base d'un « paradigme » de « scénarios de réalisation sur projet » (Martinand, 2003, *L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire, RCESMT 3 :1*).

- Les chapitres (15) *La disciplinarisation de la technologie. Un processus spécifique*, et (16) *Perspectives de recherche, propositions pour l'enseignement et questions prospectives*, sont une conclusion et une ouverture sans doute trop courtes, en regard des attentes de redéfinition de « la » technologie et de « la » disciplinarisation suscitées par la première partie.

Pour J-L Martinand, la perspective, adoptée par Ch. Hamon, de rentrer dans les contenus précis de chaque examen, programme, d'en dégager et analyser les variations, de caractériser le point de vue directeur de chaque construction institutionnelle successive, d'en établir la rationalité sous l'idée de « paradigme », donne tout son sens à une recherche historique en « didactique du curriculum », différente des recherches dominantes en « didactiques de l'apprentissage ». Elle est exceptionnelle.

Ch. Hamon a montré la fécondité de cette perspective, grâce à un travail considérable par l'extension des sources analysées et la minutie des interprétations. Il faut souhaiter que cette perspective soit reprise et donc en même temps discutée et amendée, d'abord pour toutes les filières de formation technologique ou « professionnelle », avec leurs « disciplines technologiques », mais aussi les autres disciplines (prétendues « générales ») qui y sont enseignées. Car les enseignements techniques, y compris « agricoles » et « tertiaires » et les disciplines technologiques doivent être étudiés avec des problématiques qui leur conviennent, sans chercher à leur appliquer des cadres descriptifs ou explicatifs, élaborés pour d'autres configurations éducatives, cadres sociologiques, historiques ou « didactiques » indûment généralisés.

Ch. Hamon n'a d'ailleurs pas toujours réussi à écarter cet écueil pour élaborer par lui-même, ce qui lui aurait permis d'accorder plus d'attention à la critique de ses sources, anciennes, et peut-être plus encore récentes. Dans le même esprit, alors qu'il étudie de façon centrale les méthodes, graphismes et schémas technologiques, tous fondés sur des modélisations de types particuliers de systèmes techniques et de comportements (les process, chimiques par exemple, sont pratiquement absents), il est surprenant qu'il n'ait rien tiré des travaux effectués depuis 1983 sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation dans le laboratoire où il a commencé sa thèse (Martinand, 2010, *Schémas didactiques pour la modélisation en sciences et technologies, Spectre, oct-nov 2010*) ; appliqués systématiquement, ils auraient pu éclairer plus complètement les évolutions étudiées. De même l'exploitation qu'il fait des textes à valeur problématique qu'il cite, y compris de chercheurs qu'il fréquente, est parfois bien superficielle. Cela appelle débat, par exemple à propos des aplatissements et banalisations de la conception curriculaire revendiquée, concernant les registres du politique en éducation, des orientations stratégiques, et des élaborations didactiques, un peu trop ramenés à des « lieux communs de l'entendement professoral ».

En conclusion, pour J-L Martinand, les « faits » historiques produits et abondamment étayés par Ch. Hamon, cette première histoire contemporaine des contenus de l'enseignement technique industriel français, sont une étape essentielle, que les recherches futures, qu'elles soient didactiques,

historiques, sociologiques, ou comparatistes, ne pourront ignorer, et dans laquelle les formations d'enseignants devraient trouver, avec les « paradigmes » proposés, des éléments fondamentaux de réflexion.

Après avoir entendu les réponses et réflexions du candidat, le président invite ensuite le second rapporteur, le professeur de sciences de l'éducation Pierre Kahn, à l'université de Caen Basse-Normandie, à présenter ses commentaires sur ce travail. Il salue le travail de Monsieur Christian Hamon, constitué d'un mémoire de 529 pages et de deux volumes d'annexes dont l'intérêt historiographique est précieux. L'histoire didactique des disciplines scolaires est un objet de recherche à la fois prometteur et en expansion. Monsieur Christian Hamon la distingue avec beaucoup de clarté et de justesse d'une sociohistoire : celle-ci met l'accent sur le jeu des acteurs, la façon dont des intérêts divers œuvrent à la reconnaissance de savoirs « légitimes » dans l'univers scolaire ; celle-là s'attache à l'analyse de la structuration progressive des contenus et des méthodes d'enseignement.

C'est dans cette dernière perspective que se situe résolument le travail de Monsieur Christian Hamon, qui décrit le processus de « disciplinarisation » de l'enseignement de la technologie comme une disjonction progressive d'avec l'enseignement professionnel c'est-à-dire en termes de « secondarisation » et de « scientificisation ». L'enquête est minutieuse, très sérieusement documentée, et au bout du compte, le lecteur n'ignore plus rien des évolutions curriculaires d'un tel enseignement en 65 ans. Il faut donc saluer ce qui se présente comme une véritable somme de l'enseignement technologique en France de 1945 à nos jours et qui sera, à n'en pas douter, fort utile aux futurs chercheurs qui prendront cet enseignement comme objet.

Le professeur Pierre Kahn interroge Monsieur Christian Hamon sur deux points. Premièrement, n'y a-t-il pas un présupposé dans le fait de voir dans l'intégration progressive de l'enseignement de la technologie dans le second cycle du second degré et dans l'élévation scientifique de ses contenus les signes de sa « disciplinarisation » ? C'est là une affirmation qui n'est véritablement théorisée que fort tard dans la thèse (p. 431 et suivantes). Cette théorisation est loin d'ailleurs de manquer d'intérêt et on regrette qu'il ait fallu attendre la fin du minutieux, mais parfois fastidieux, égrenage des transformations successives d'un tel enseignement pour voir l'auteur s'y risquer. Mais aussi intéressante soit-elle, une telle théorisation reste ambiguë : s'agit-il d'une évolution spécifique à l'enseignement de la technologie ou un invariant de tout processus de disciplinarisation ? Les deux options sont affirmées dans la même page (p. 448) sans qu'on puisse clairement saisir laquelle a les faveurs de la thèse.

On comprend finalement que la disciplinarisation de la technologie consiste dans son passage progressif de savoir mineur et utilitaire à un enseignement de plus en plus « désintéressé » et donc que cette disciplinarisation est spécifiquement déterminée par le caractère historiquement « dominé » d'un tel enseignement. Mais n'est-ce pas contradictoire avec l'affirmation selon laquelle « la technologie est un exemple particulièrement caractéristique de la manière dont un enseignement devient une discipline scolaire » (p. 448) ? 2° La description du processus de disciplinarisation n'est-elle pas trop orientée par un continuisme quasi téléologique ? Ce processus est en effet constamment présenté comme un progrès continu vers la consécration scientifique de l'enseignement de la technologie, et les sciences de l'ingénieur actuelles comme la réalisation de l'humanisme technique qui animait les membres de la commission Langevin-Wallon. Il y a de quoi douter de cette continuité ; il est même discutable de considérer que l'élévation des contenus de l'enseignement technologique (et des diplômes) obéissent à un projet culturel humaniste parce qu'il est discutable en général de présenter la spécialisation croissante des enseignements scientifiques et techniques, voire littéraires, comme relevant d'un tel projet. Les références encore actuelles de l'enseignement de la technologie à la culture générale et à l'humanisme ne sont-elles pas finalement rhétoriques ?

Monsieur Christian Hamon répond de façon satisfaisante et avec conviction à ces questions et le professeur P. Kahn conclut en renouvelant ses compliments pour l'étendue, le sérieux et l'intérêt du travail qu'il lui a été donné de lire.

C'est ensuite à Pierre Lamard, professeur des universités en Histoire des techniques à l'université de Technologie de Montbéliard d'intervenir, à la demande du président. Pour cet examinateur, M. Hamon en nous livrant ce travail de grande qualité, se situe dans le droit fil d'un courant historiographique dédié au domaine des enseignements techniques incarné par les travaux de Lucie Tanguy, Vincent Troger, Patrice-Pelpel, Guy Brucy, Gérard Bode, Philippe Savoie... contribuant



indéniablement à combler un vide quant à la partie la plus contemporaine. Il s'est attelé à un sujet complexe qu'est le processus de « disciplinarisation » d'un domaine sur le temps long, appréhendant les avatars de l'enseignement technique jusqu'à des enseignements aujourd'hui regroupés sous le vocable : sciences de l'ingénieur. M. Hamon prend soin de cadrer parfaitement les étapes du processus « revendiqué » (présence dans l'emploi du temps, enseignants spécialisés, institutionnalisation, autonomie d'une recherche) et d'argumenter sur la pertinence de la démarche. Pour autant et afin de lever toute ambiguïté d'interprétation, il aurait été nécessaire de positionner sémantiquement parlant, comme d'ailleurs du point de vue épistémologique, des concepts ou des notions prêtant à de multiples interprétations : la technologie, les technologies, les sciences industrielles, les sciences appliquées, les sciences pour l'ingénieur... A contrario, l'angle d'approche proposée est clairement revendiqué, parfaitement référencé du point de vue bibliographique [à la nuance de l'absence des travaux d'André Grelon concernant les enseignements technologiques à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle] et en appui sur un corpus de sources reflétant un immense travail de dépouillement. Aucun texte documentaire (lois, décrets, arrêtés, ordonnances, circulaires...) n'a visiblement échappé à la quête du chercheur. Il faut également féliciter M. Hamon pour son volontarisme et ses compétences didactiques extrêmement précieuses pour maîtriser les évolutions souvent trop subtiles pour le profane dans le dédale des diplômes, des multiples formations et de leurs passerelles, comme dans le maelström des réformes. En effet au-delà de la clarté de la démonstration, des schémas synthétiques viennent très opportunément éclairer le lecteur quant aux trajectoires des différents cursus possibles, donnant visuellement les grandes orientations évolutives des différentes voies de formation.

Cette thèse est incontestablement le résultat d'une pensée « maturée » à partir de trois prismes d'analyse : celui des contenus d'enseignements reflétant une connaissance pointue de certaines disciplines, celui des acteurs ayant été décisifs à des périodes charnières et celui des institutions pour appréhender les glissements « d'obédience » de telle ou telle matière ou méthode pédagogique. M. Lamard souhaite, pour ne pas emboîter le pas sur les interventions précédentes, débattre non pas sur le cœur même du sujet mais plutôt à sa périphérie dans un objectif d'émulation intellectuelle et d'enrichissement. En effet, si le paysage des mutations et des changements est appréhendé avec brio, il existe peut-être d'autres marqueurs plus masqués qui pourraient baliser la suite de ce travail de fond et ouvrir d'autres perspectives de recherche. L'histoire de l'enseignement prend toute sa force quand elle tourne le dos à une histoire « hors sol » autocentrée sur le domaine. Et c'est encore plus vrai quand il s'agit d'un enseignement technique en lien organique permanent avec le tissu économique. Même si M. Hamon prend soin de contextualiser, la question du rôle de la conjoncture comme celle de l'influence -ou pas- des industriels mérite d'être posée de manière plus probante, ou du moins abordée sous l'angle de l'évolution des compétences et des métiers au sein même des entreprises. Après tout, entrer dans la dialectique enseignement public, enseignement privé (écoles d'apprentissage d'entreprises, organismes de formation continue...) peut s'avérer éclairante quant à l'émergence de nouvelles formations d'enseignement technologique. Il en est de même quant à l'évolution des systèmes de production de plus en plus concurrentiels sur le plan mondial : le passage du fordisme au toyotisme dans les années 1980 pour la construction automobile a généré de profonds bouleversements quant aux savoir-faire et aux compétences attendues dans les ateliers comme dans les bureaux d'études. L'émergence de l'automatisation, de la productique, de la logistique n'en sont que quelques exemples emblématiques. Dans un autre registre, l'excellence de Dassault en matière de CAO/DAO est-elle prise en compte dans certains programmes technologiques... Cette approche pose en toile de fond la question de la réactivité de nos institutions d'enseignement professionnel et technique. Les orientations mises en lumière, donc quelque part les effets du processus de « disciplinarisation », sont-elles concomitantes aux changements techniques vécus ou subis par les entreprises, les anticipent-elles ou au contraire restent-elles à la traîne d'une modernité productive toujours renouvelée ?

Mais avant de s'interroger sur l'efficacité de notre système de formation technique, il fallait la thèse de M. Hamon. Son travail s'impose comme une avancée indéniable dans la connaissance d'un champ de recherche qui avait tendance à s'essouffler après l'apport des auteurs cités plus haut, M. Lamard renouvelant ses félicitations.

Les réponses et remarques du candidat étant jugées satisfaisantes, le président demande ensuite à Jean-Jacques Lesage, ancien agrégé de Génie Mécanique et Professeur à l'École Normale

Supérieure de Cachan - spécialité automatique, de faire part de son avis, en tant qu'examinateur. J.-J. Lesage reprend volontiers à son compte les éloges déjà exprimés par les rapporteurs des travaux. Sensible à la clarté de l'exposé oral présenté par Christian Hamon, il souligne la qualité du mémoire et le grand intérêt des deux volumes d'annexes, non seulement sur le plan didactique mais également sur le plan scientifique et technologique.

Cette thèse constitue effectivement un formidable historique de l'évolution de l'enseignement technique français depuis une soixantaine d'années. Il convient cependant de souligner qu'au-delà de cet aspect historique, le travail réalisé par C. Hamon est tout-à-fait solide sur le plan scientifique et technique. Il est clair que la lecture que l'impétrant a faite de la « montagne » de documents sur laquelle il a bâti son travail a tout à la fois été celle d'un chercheur en didactique des sciences et techniques et celle d'un technologue averti. Sans aucun doute cette compétence multiple est-elle un des facteurs ayant fortement contribué à la réussite de ce travail.

L'absence de réserves ne signifiant pas absence de questions, J.-J. Lesage précise que les observations qu'il formule, se veulent avant tout les éléments d'une discussion sur un travail qui, par sa richesse même, les a suscitées. Il regrette tout d'abord que sur le plan méthodologique le mémoire de thèse ne propose aucune comparaison, ou pour le moins de positionnement, de notre enseignement technique avec ceux de nos voisins européens. L'une des différences fondamentales qui caractérise notre système de formation est pourtant de posséder à la fois une filière de formation technique et une filière de formation professionnelle. Cette « coexistence », ou « cohabitation » à la française, pourtant si spécifique, aurait sans doute mérité d'être analysée plus en profondeur de manière à faire émerger ses incidences sur la trajectoire historique de l'enseignement technique français.

Par ailleurs, J.-J. Lesage souligne qu'une importante caractéristique commune aux enseignements disciplinaires est la progressivité dans l'apprentissage des savoirs. Ainsi, en mathématiques par exemple, la résolution d'équations différentielles du second ordre nécessite la maîtrise préalable de la résolution des équations du second degré. En résulte une nécessaire chronologie dans l'apport des connaissances, et partant, une progressivité lisible dans les programmes et manuels de formation. L'enseignement technique semble s'être peu préoccupé de cette progressivité et la thèse de C. Hamon le met parfaitement bien en lumière, mais peut-être de manière trop timorée. En effet, l'étude extrêmement détaillée des programmes et manuels qui a été réalisée dans cette thèse met notamment en évidence que de larges parts des programmes des formations techniques sont rédigées de manière similaire, voire identique, à des niveaux de formation différents (au niveau première et au niveau terminale par exemple). Plutôt que de construire progressivement un socle de connaissances puis de les assembler pour aborder des problèmes plus complexes, l'enseignement technique semble avoir plutôt opté pour une stratégie qui privilégie d'aborder des problématiques complexes et intégratrices dès la seconde, telles que l'analyse fonctionnelle ou l'approche système. La « progression » pédagogique dans l'acquisition des savoirs correspond ensuite plutôt à un « raffinement », qui consiste à approfondir les concepts, méthodes et modèles introduits en début de formation. On trouve des exemples d'une telle stratégie dans les programmes de l'ex option TSA de seconde et c'est encore le cas aujourd'hui dans les options de STI2D. Doit-on retrouver dans cette stratégie la volonté de privilégier, dans les programmes comme dans la démarche pédagogique, une approche inductive ? Doit-on y lire la volonté de se garder du Cartésianisme et de promouvoir les paradigmes de l'approche système, plus à la mesure d'un enseignement scientifique et technologique moderne ? Sans doute cet aspect mériterait d'être plus amplement débattu.

J.-J. Lesage revient pour terminer sur le positionnement de ce travail de recherche par rapport aux interacteurs essentiels de l'enseignement technique que sont les élèves, les formateurs et le monde socioéconomique. S'agissant en particulier des formateurs, il s'interroge sur la mise en regard de l'évolution des curriculums et de l'évolution des maîtres de l'enseignement technique. Peut-on, en la matière, parler de cohérence, de décalage ou bien au contraire de pro-action ?

Après avoir entendu les réponses claires et pertinentes apportées par le candidat, J.-J. Lesage se déclare satisfait et redit combien le travail présenté aujourd'hui est original et constitue une solide base historiographique et solide sur le plan scientifique et technologique, qui deviendra rapidement incontournable pour les chercheurs qui dans le futur s'intéresseront à l'enseignement technique. Il termine en renouvelant ses félicitations à Christian Hamon pour cet excellent travail de thèse.

Le président invite ensuite Philippe Girard, Professeur des universités de Mécanique à l'IUFM d'Aquitaine, école interne de l'université Montesquieu Bordeaux IV, à livrer ses commentaires. Le professeur Girard remercie le directeur de thèse et l'impétrant pour leur invitation à examiner les travaux présentés qui ne relèvent pas directement de ses domaines d'expertise en particulier pour l'approche historique. Il note que l'étude porte sur la construction de la technologie en tant que discipline enseignée et, à ce titre, présente un intérêt évident pour ses recherches et ses fonctions de responsable d'une école universitaire et professionnelle de formation des enseignants.

Le travail de Monsieur Hamon est considérable et volumineux. Le recueil de données qui a été fait est exemplaire et constituera une ressource très précieuse pour les chercheurs du domaine mais également pour les formateurs qui ont en charge la formation des enseignants. Il permet de comprendre les évolutions, décisions et faits marquants qui ont permis de construire l'enseignement de la technologie. Les rapporteurs avec leurs points de vue disciplinaires différents et complémentaires ont présenté dans le détail les travaux de Monsieur Hamon et toutes leurs qualités. Philippe Girard souhaiterait plus spécifiquement développer quelques interrogations soulevées par ce travail selon son point de vue de scientifique.

La première est relative à la définition d'une discipline. En effet, il aurait été certainement pertinent de commencer par définir pourquoi les mathématiques, la physique, le français... peuvent être considérés comme des disciplines. Puis d'en tirer les éléments de caractérisation qui permettent de démontrer, d'argumenter que la technologie est bien devenue une discipline. Philippe Girard pose alors la question : quels sont les éléments caractéristiques de la discipline technologie ? La réponse fournie n'est pas très explicite. La confusion peut être augmentée par le fait qu'au cours de ce qui est appelé « le processus de disciplinarisation », la terminologie varie pour parler aujourd'hui des sciences de l'ingénieur. Monsieur Hamon aborde très peu les processus cognitifs spécifiques portés par la technologie en comparaison des autres disciplines !

La deuxième interrogation, dans la continuité de la première, porte sur la formation des enseignants. En effet, si la technologie est une discipline que l'on enseigne, il faut être capable de former les enseignants de cette discipline. Doit-on former les enseignants de technologie seulement sur les méthodes et outils qu'ils vont manipuler ou aussi sur la compréhension des démarches, des processus, des concepts qui sont nécessaires et spécifiques à la technologie ?

Philippe Girard revient sur les perspectives de la thèse. Il pense qu'il ne suffit pas de trouver une dénomination commune. En effet, la question qui reste à étudier concerne bien le rapprochement des sciences de l'ingénieur et de la technologie. Il faudrait être dans la capacité d'analyser leurs différences et leurs points communs pour être sûr de ne pas réduire la technologie aux sciences et techniques de l'ingénieur et ainsi montrer que la technologie est bien une discipline que l'on peut identifier et caractériser. Ceci pose la question de savoir si le projet d'un enseignement intégré de science et technologie n'est pas un risque pour la technologie.

En conclusion, pour Philippe Girard, le recueil de données et leur contextualisation historique réalisés par Christian Hamon est un travail de recherche de très grande qualité qui fera certainement référence au sein de la communauté scientifique. De nombreuses interrogations subsistent permettant de poursuivre la réflexion engagée. Après avoir entendu le candidat sur l'ensemble des points soulevés, le professeur Philippe Girard, se déclare satisfait des réponses apportées par l'impétrant.

Le Président du jury prie d'excuser Dominique Taraud, Inspecteur général de l'Éducation nationale du groupe Sciences et Techniques Industrielles, empêché en raison du jury de l'agrégation à Rabat. Il lit son rapport écrit transmis, ses réflexions et ses questionnements.

**« Remarques préalables :**

*Ce travail est impressionnant et, pour moi, qui a connu de l'intérieur du système une bonne partie des plus de 50 années observées et analysées, passionnant.*

*Chaque chapitre, voire chaque page (et Dieu sait qu'elles sont nombreuses) a été l'occasion de ramener à la surface des situations vécues, des exemples, des débats toujours riches et passionnés qui ont marqué l'évolution de notre discipline.*

*Il m'est donc parfois difficile de dissocier, dans ce travail, ce qui relève de l'affectif et de l'analyse... et je vais donc faire porter mes réflexions et mes interrogations sur des points qui me sont apparus comme minorés ou oubliés... faute de temps sans doute, mais qui me paraissent importants d'intégrer, aujourd'hui ou demain, dans cette thèse ou dans sa continuation.*

### **Analyse et interrogations :**

*Ce travail démonte et explique le processus de « disciplinarisation » de la technologie de l'intérieur, du point de vue de l'éducation nationale. Ce processus est réel et est en cours d'achèvement. On pourrait regretter l'absence d'un développement plus conséquent d'une approche externe de ce processus, expliquant pourquoi et comment les évolutions de la société, des entreprises, de l'industrie et des technologies ont également été des moteurs forts de changement.*

- *Est-ce un hasard si la technologie devient une discipline à part entière au moment où l'on quitte une ère de production pour, si l'on veut continuer d'exister sur le plan industriel, dans une ère de conception et d'innovations technologiques ?*

*L'innovation technologique est intégratrice des technologies et les approches partielles ne suffisent plus à la créativité.*

*La « scientification » évoquée dans la thèse n'est-elle pas une conséquence directe de cette intégration des technologies qui justifie la Technologie ?*

*L'évolution historique des technologies, passant historiquement de la matière à l'énergie (par la gestion de flux) pour arriver à l'information (par le numérique et la gestion de bits) correspond à l'évolution des paradigmes de formation technique et technologique cités par M. Hamon, et augmente, à chaque étape, le niveau de conceptualisation nécessaire aux maîtrises techniques.*

*L'évolution des outils de description graphiques illustre bien cette évolution en complexité et le choix actuel des diagrammes SysML dans lesquels s'inscrivent toutes les évolutions du numérique (CAO, CFAO, etc) est très bien analysé et justifié par M. Hamon.*

*Un autre absent de ce travail est, peut-être, l'élève lui-même. Il pourrait apparaître, à la lecture de la thèse, que les aptitudes, attitudes, envies et évolutions sociales des élèves ne soient jamais intervenues dans l'évolution de la discipline... cela est-il vrai et vérifié ?*

*L'analyse des flux démographiques d'élèves et des contenus de formation montre une certaine connexion entre les « quantités d'élèves » à former et les décisions stratégiques envisagées et mises en place.*

*Elle montre aussi l'inertie du système, qui, lorsqu'il a développé en masse des formations d'un type particulier, manque de flexibilité et de réactivité pour s'adapter en temps réels aux changements de paradigmes...*

*Il serait également intéressant de s'interroger sur les liens entre la sociologie de chaque génération d'élèves et les propositions des contenus de formation...*

- *Est-ce un hasard si les contenus actuels de l'enseignement technologique abandonnent officiellement toute connexion avec le monde professionnel et l'industrie pour privilégier l'étude d'objets techniques relevant de la sphère personnelle ?*
- *Même si nous savons tous qu'il faut et qu'il faudra toujours recourir à une série de métiers spécialisés pour concevoir, réaliser, maintenir cet équipement et la compétitivité de notre économie... est-ce que les jeunes d'aujourd'hui peuvent encore s'intéresser à un Système Automatisé de Production, réalisant une tâche précise et peu lisible en restant caché au fond d'une usine ?*
- *Comment intéresser des jeunes toujours plus consommateurs exigeants et compétents de technologies, à s'intéresser à la « partie immergée de l'iceberg », à ce qui permet de concevoir, réaliser et leur procurer ces objets techniques en évolution permanente ?*
- *Chaque époque, chaque période de paradigme n'a t'elle pas connue une adaptation entre l'évolution sociale ou sociétale des jeunes et la formation technique, qui, finalement ont joué fortement sur l'évolution de la discipline ?*

*La proposition d'intégrer une évaluation des connaissances épistémologiques de la discipline Technologie est intéressante et apporterait incontestablement une valeur ajoutée pédagogique intéressante... mais il reste à affiner cette science au niveau universitaire, et cette thèse y participe pleinement, et à l'appliquer dans un contexte qui connaît déjà des changements fondamentaux qui doivent d'abord être acceptés et maîtrisés par tous les acteurs du système.*

*J'espère que l'université pourra envoyer un exemplaire de cette thèse au doyen de l'inspection générale STI qui pourra la conserver et enrichir ainsi la mémoire de notre groupe d'inspection générale.*

*Tout en rappelant mes premières remarques soulignant le travail à la fois impressionnant et passionnant, je regrette de ne pas pouvoir être avec vous pour participer directement au débat et j'espère que ce travail important sera le point de départ d'autres recherches et analyses qui aideront les décideurs à mieux comprendre le système complexe dans lequel ils évoluent afin de les aider à prendre les bonnes décisions aux bons moments...*

*Je me permets donc de féliciter Monsieur Hamon, professeur certifié de génie électrique, pour sa recherche et la reconstruction d'une histoire des contenus de notre discipline, qui sera certainement utile aux générations à venir. ».*

La lecture de ces commentaires n'appelant pas de réponses particulières de la part du candidat, le président prend la parole pour conclure cette soutenance. Le professeur Jacques Ginestié remercie le candidat pour la qualité de l'ensemble, notamment le volume et la diversité des sources collectées. L'étude conduite se distingue par son importante et très pertinente collection de documents officiels et de prises de position ou d'opinions qui accompagnent la production de ces textes. Cette thèse présente aussi l'intérêt d'une étude suivie sur une période charnière de la construction de l'enseignement technique en France, depuis la Libération jusqu'à nos jours.

Avec plus de 800 sources réunies sous la forme d'une compilation des textes officiels (lois, décrets, arrêtés...), la matière est réunie pour conduire une étude longitudinale des évolutions de l'enseignement technique sur les 65 dernières années. Cette compilation est largement soutenue par environ 400 autres références qui constituent un large panel de textes qui contextualise l'ensemble des textes officiels ; ainsi, on trouve des références à des discours d'hommes politiques (souvent des discours de ministres en charge de l'enseignement technique), des articles de professionnels (essentiellement des inspecteurs généraux ou des inspecteurs régionaux) dans des revues professionnelles, à des manuels scolaires ou encore à des documents pédagogiques (produits par l'institution scolaire ou des entreprises). Cette collection de sources est organisée chronologiquement avec des points focaux sur les grandes évolutions et c'est cette organisation des grandes évolutions qui permet à l'auteur de présenter sa thèse sur le processus de disciplinarisation qui a conduit le système éducatif français à évoluer depuis l'enseignement technique au sortir de la Guerre jusqu'aux sciences de l'ingénieur d'aujourd'hui. En soi, ce travail de collecte et de structuration est de très grande qualité et est d'une grande utilité pour tous les chercheurs qui s'intéresseront à l'enseignement technique en France, ils trouveront dans ce travail les éléments fondamentaux pour en comprendre l'évolution. L'auteur apporte une contribution significative qui vient utilement compléter les études conduites, par exemple, par Pelpel et Troger sur l'enseignement professionnel, ou encore celles conduites par Lamard et Lequin sur l'enseignement technologique à l'université.

L'organisation proposée des sources vise à montrer que les évolutions successives concourent tous à l'émergence d'une discipline scolaire, les sciences de l'ingénieur. En ce sens, l'auteur montre en s'appuyant sur les textes officiels et sur les sources complémentaires que ces évolutions s'inscrivent dans un dessin organisé (mais pas nécessairement anticipé) qui procède par accroissement de la « scientification » des études et l'éloignement des pratiques d'atelier. Ce processus est clairement identifié dans la thèse et les éléments fournis sont assez convaincants. Toutefois, plusieurs aspects de la thèse posent question.


Le travail de Christian Hamon est remarquable, cela a déjà été dit plusieurs fois, par la collection de sources réunie. Pour autant, leur traitement dans la thèse ne va pas de soi. La logique choisie s'appuie essentiellement sur l'analyse du discours officiel au travers des textes officiels ; les sources proposées pour les mises en perspective de ces documents officiels, très intéressantes et pertinentes au demeurant, sont exclusivement des sources internes à l'éducation nationale ou des sources


constituées pour l'éducation nationale. Ce parti-pris conduit l'auteur à minorer les références à d'autres sources, plus externes, qui auraient permis, notamment, de contextualiser chacune des évolutions de l'enseignement technique en France. Cette logique d'analyse selon le point de vue interne de l'éducation nationale conduit à réduire les effets de quelques contextes sociaux sur l'évolution du système éducatif et plus particulièrement de l'enseignement technique. Dans le premier volume de la thèse, l'auteur se livre à une remarquable analyse largement contextualisée en étudiant le rôle joué par les organisations syndicales, notamment la CGT (et au travers des débats internes entre les fédérations industrielles et les fédérations des enseignants), dans la mise en place du baccalauréat mathématiques et technique.


La minoration de l'impact des contextes sociaux peut s'apprécier également à l'aune du nombre de références à des ouvrages scientifiques (environ 80) qui auraient pu éclairer ce processus, non pas dans la seule logique d'une évolution qui finalement découlerait d'une évolution didactique plutôt linéaire mais bien d'un enseignement technique qui est au cœur de tous les enjeux et de tous les conflits qui font l'histoire de l'école française. Ce choix de l'auteur, parfaitement audible et tout à fait légitime et légitimé, rend plus incompréhensible quelques incises dans d'autres domaines évoqués, bien plus qu'ils ne sont intégrés dans le travail comme éléments d'analyse. Ainsi, lorsqu'il s'aventure sur quelques éléments qui relèvent des obstacles à l'apprentissage des élèves, à l'anthropologie des organisations de savoir ou encore à l'analyse des activités d'élèves et d'enseignants. Trop superficielles, trop vite évacuées, souvent par des formules lapidaires qui ne sont pas discutés (comme, par exemple, page 126 « enseignement désintéressé » ou « une approche purement didactique » page 281...), il est difficile d'en comprendre le statut dans cette thèse. Inutiles dans la logique de construction de la thèse, ne sont-elles pas au final des éléments rajoutés pour donner la dimension didactique à une étude qui est avant tout une étude historique, s'inscrivant typiquement dans le champ de l'histoire de l'institution scolaire et de ses évolutions ? Pour cela et dans ce cadre un peu plus strict, le travail est suffisamment remarquable en soi et d'une très grande qualité. Le professeur Jacques Ginestié remercie une nouvelle fois pour cette contribution majeure à l'éclairage fin qui n'oublie aucun détail, et le poids de la thèse atteste de cela, d'une étude historique de l'évolution de l'enseignement technique en France, c'est un travail considérable qui a été réalisé ici.


Après avoir entendu l'ensemble des réponses et commentaires du candidat, le jury se retire pour délibérer. À l'issue des délibérations, le jury élève Monsieur Christian Hamon au grade de Docteur de l'Université Paris Descartes et lui attribue, à l'unanimité, la mention très honorable. Le jury tient à remercier Monsieur Christian Hamon pour la qualité du travail conduit, présenté et soutenu.

Fait à Paris, le 19 juin 2012


P. KAHN 


Ph. GIRARD 

P. LAMAY 

J. LEBEAUVE 

J.-J. LESAGE 

J. Ginestié 

J.-Louis MARTINAND 

## **Réflexions et questionnements de Dominique Teraud, inspecteur général de l'éducation nationale**

### **Remarques préalables :**

Ce travail est impressionnant et, pour moi, qui a connu de l'intérieur du système une bonne partie des plus de 50 années observées et analysées, passionnant. Chaque chapitre, voire chaque page (et dieu sait qu'elles sont nombreuses) a été l'occasion de ramener à la surface des situations vécues, des exemples, des débats toujours riches et passionnés qui ont marqué l'évolution de notre discipline.

J'espère que l'université pourra envoyer un exemplaire de cette thèse au doyen de l'inspection générale STI qui pourra la conserver et enrichir ainsi la mémoire de notre groupe d'inspection générale.

Il m'est donc parfois difficile de dissocier, dans ce travail, ce qui relève de l'affectif et de l'analyse ... et je vais donc faire porter mes réflexions et mes interrogations sur des points qui me sont apparus comme minorés ou oubliés... faute de temps sans doute, mais qui me paraissent importants d'intégrer, aujourd'hui ou demain, dans cette thèse ou dans sa continuation.

### **Analyse et interrogations :**

Ce travail démonte et explique le processus de « disciplinarisation » de la technologie de l'intérieur, du point de vue de l'éducation nationale. Ce processus est réel et est en cours d'achèvement. On pourrait regretter l'absence d'un développement plus conséquent d'une approche externe de ce processus, expliquant pourquoi et comment l'évolution de la société, des entreprises, de l'industrie et des technologies ont également été des moteurs forts de changement.

- Est-ce un hasard si la technologie devient une discipline à part entière au moment où l'on quitte une ère de production pour, si l'on veut continuer d'exister sur le plan industriel, dans une ère de conception et d'innovations technologiques ?

L'innovation technologique est intégratrice des technologies et les approches partielles ne suffisent plus à la créativité.

La « scientification » évoquée dans la thèse n'est-elle pas une conséquence directe de cette intégration des technologies qui justifie la Technologie ?

L'évolution historique des technologies, passant historiquement de la matière à l'énergie (par la gestion de flux) pour arriver à l'information (par le numérique et la gestion de bits) correspond à l'évolution des paradigmes de formation technique et technologique cités par M. Hamon, et augmente, à chaque étape, le niveau de conceptualisation nécessaire aux maîtrises techniques.

L'évolution des outils de description graphiques illustre bien cette évolution en complexité et le choix actuel des diagrammes SysML dans lesquels s'inscrivent toutes les évolutions du numérique (CAO, CFAO, etc) est très bien analysé et justifié par M. Hamon.

Un autre absent de ce travail est peut être l'élève lui même. Il pourrait apparaître, à la lecture de la thèse, que les aptitudes, attitudes, envies et évolutions sociales des élèves ne soient jamais intervenus dans l'évolution de la discipline... cela est-il vrai et vérifié ?

L'analyse des flux démographiques d'élèves et des contenus de formation montre une certaine connexion entre les « quantités d'élèves » à former et les décisions stratégiques envisagées et mises en place.

Elle montre aussi l'inertie du système, qui, lorsqu'il a développé en masse des formations d'un type particulier manque de flexibilité et de réactivité pour s'adapter en temps réels aux changements de paradigmes...

Il serait également intéressant de s'interroger sur les liens entre la sociologie de chaque génération d'élèves et les propositions des contenus de formation proposés...

- Est-ce un hasard si les contenus actuels de l'enseignement technologique abandonnent officiellement toute connexion avec le monde professionnel et l'industrie pour privilégier l'étude d'objets techniques relevant de la sphère personnelle ?
- Même si nous savons tous qu'il faut et qu'il faudra toujours recourir à une série de métiers spécialisés pour concevoir, réaliser, maintenir cet équipement et la compétitivité de notre économie... est-ce que les jeunes d'aujourd'hui peuvent encore s'intéresser à un Système Automatisé de Production, réalisant une tâche précise et peu lisible en restant caché au fond d'une usine ?
- Comment intéresser des jeunes toujours plus consommateurs exigeants et compétents de technologies, à s'intéresser à la « partie immergée de l'iceberg », à ce qui permet de concevoir, réaliser et leur procurer ces objets techniques en évolution permanente ?
- Chaque époque, chaque période de paradigme n'a t'elle pas connue une adaptation entre l'évolution sociale ou sociétale des jeunes et la formation technique, qui, finalement ont joué fortement sur l'évolution de la discipline ?

La proposition d'intégrer une évaluation des connaissances épistémologiques de la discipline Technologie est intéressante et apporterait incontestablement une valeur ajoutée pédagogique intéressante... mais il reste à affiner cette science au niveau universitaire, et cette thèse y participe pleinement, et à l'appliquer dans un contexte qui connaît déjà des changements fondamentaux qui doivent d'abord être acceptés et maîtrisés par tous les acteurs du système.

Je regrette de ne pas pouvoir être avec vous pour participer directement au débat et j'espère que ce travail important sera le point de départ d'autres recherches et analyses qui aideront les décideurs à mieux comprendre le système complexe dans lequel ils évoluent afin de les aider à prendre les bonnes décisions aux bons moments...

A Olivet, le 5 juin 2012

Dominique Taraud