Automatisation et robotique : les atouts de la France N° 15

Roger Désiré Prud'Homme

▶ **To cite this version:**

Roger Désiré Prud'Homme. Automatisation et robotique : les atouts de la France N° 15. Issues : cahiers de recherche de la revue Economie et politique, 1983. hal-02410832

HAL Id: hal-02410832
https://hal.science/hal-02410832

Submitted on 14 Dec 2019

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.

Roger PRUD'HOMME

●

AUTOMATISATION ET ROBOTIQUE : LES ATOUTS DE LA FRANCE

Issues[1] N°15 – 1er trimestre 1983 – pages 46 - 81

[1] Issues : cahiers de recherche de la revue Economie et politique – N°1 (1978) – N°57 (2001)

Nous n'avons pas l'ambition de traiter ici l'ensemble des problèmes posés par l'évolution historique de la technique et du mode de travail dont la machine-outil, le mécanisme, les robots, l'automatisation et l'automation ne sont que des éléments - l'automation sous ses multiples formes n'en étant qu'à ses débuts, mais étant prometteuse pour les hommes comme moyen de maîtrise de la production par ceux-ci [2]

Il s'agit plutôt de resituer la machine-outil et la robotique dans l'évolution actuelle, technologique et politique, dans l'issue possible à la crise.

Le chapitre I concerne l'évolution historique des technologies. On essaye de situer la machine-outil moderne, la robotique et l'automation naissante dans l'évolution des moyens de production.

Un bilan de la situation industrielle est esquissé en II où sont examinées les conséquences de la politique du patronat et du gouvernement d'avant mai 1981 en matière de machine-outil, de robotique et d'automation. L'automatisation des processus discontinus est abordée à propos de l'industrie pétrolière.

Au chapitre III, l'automatisation et la robotique sont envisagées comme éléments de l'issue à la crise.

Un essai de description des technologies actuelles et de prospective est fait au chapitre IV.

Le rapport sur la robotique du Ministère de la Recherche et de la Technologie et les projets gouvernementaux de développement de l'industrie française de la machine-outil sont résumés et commentés en rapport avec les structures industrielles existantes et leur mouvement et avec des initiatives régionales, aux chapitres V et VI.

Enfin, quelques remarques et suggestions sont faites et des questions sont posées, sans que l'ensemble puisse constituer un texte complet de propositions. Celui-ci reste à élaborer.

[2] En ce qui concerne le lien continuel observé entre les technologies, la division technique du travail et les rapports de production on peut se reporter notamment aux articles d'Y. Lucas, E. Chauny et J. Lojkine parus dans « La Pensée » n° 224 – Nov.-Déc. 1981.

I — DE LA MECANISATION A L'AUTOMATION

On veut rappeler ici rapidement, les traits principaux de l'évolution des moyens de production, du mécanisme à l'automation.

1) MECANISATION

Dans un mécanisme se trouvent des opérations, des enchaînements d'opérations qui correspondent à des actions du cerveau humain. L'action même de la main est par ailleurs un processus complexe, résultant d'un apprentissage individuel (l'enfant) et historique (l'artisan d'avant la mécanisation, l'ouvrier d'aujourd'hui).
Les premiers mécanismes reproduisaient (métier à tisser par exemple) des opérations complètes de l'artisan, avec une rapidité plus grande. Ils étaient mus par la force musculaire humaine ou animale pour certains. Cependant, souvent l'intérêt et la rapidité de fonctionnement du mécanisme étaient d'autant plus manifestes que les opérations étaient « simples ». Cela est dû en particulier aux limites mêmes des mécanismes : un instrument mécanique est basé sur un ensemble de mouvements dont l'enchaînement est figé une fois pour toute, pour un réglage donné. Des opérations apparemment simples pour la main, telle que la préhension d'un objet, ne peuvent être réalisées par un mécanisme, alors qu'un robot actuel les accomplit.
Les opérations effectuées par le mécanisme représentant une partie seulement de celles effectuées par le travailleur ct ne pouvant pas les représenter toutes, la conséquence est qu'une série de mécanismes est nécessaire pour produire un même objet (marchandise) et que l'intervention humaine est obligatoire pour toutes les tâches que ne peuvent faire les machines : manutention, positionnement conduite de la machine lorsque la force musculaire utilisée primitivement pour actionner celle-ci est remplacée par celle du moteur.
Ce système de décomposition des tâches a d'ailleurs été utilisé historiquement, avant l'implantation des mécanismes, avec la division manufacturière du travail fondée sur la coopération d'artisans effectuant une partie, seulement chacun, des tâches de leur métier La forme qu'a prise cette coopération a été marquée par la conception capitaliste de la production d'alors.
Ainsi, dès cette époque, la décomposition des tâches en opérations simples effectuables partiellement par des machines était nécessairement complétée par d'autres tâches effectuées par les hommes. Certaines de ces tâches humaines étant confiées aux ouvriers (manutention, conduite des machines), d'autres au capitaliste ou plutôt à la force intellectuelle à son service (organisation, décision, conception).
Mécanismes et coopération n'ont pas été sans modifier profondément les opérations elles-mêmes, de sorte que la décomposition initiale des tâches effectuées initialement par l'artisan n'a été que la naissance du nouveau processus, de la révolution industrielle. Le nouveau système de production a permis la fabrication d'objets non faisables dans le cadre de l'ancienne division du travail (artisans, paysans, etc.).
Un autre point important :
La coopération de la grande industrie n'a pas pour conséquence obligatoire l'organisation capitaliste de la production, c'est plutôt l'inverse. En fait, d'autres rapports de production étaient tout à fait possibles. C'est d'ailleurs sur cette base que s'est développé le mouvement ouvrier révolutionnaire.

Je suis d'accord avec P. Boccara pour dire *« Quand il y a passage du rôle d'un organe humain à un moyen matériel, les possibilités des moyens matériels dépassent de beaucoup les limites organiques des hommes. Et alors toute une série de nouvelles propriétés apparaissent. L'homme découvre toutes les possibilités objectives de la matière qu'il a sollicitée à partir de sa jonction propre »*[3] (1) Cela n'est pas vrai que pour la mécanisation.

2) AUTOMATISATION ET FORMES ELEMENTAIRES DE LA ROBOTISATION

C'est la prolongation de la mécanisation (voir tableau 1 en annexe). C'est un ensemble de machines constituant un réseau mécanique, contrôlé et commandé par un système informatique.
D'autre part, avec les microprocesseurs, le transfert dans la machine des fonctions de commande et de contrôle s'effectue progressivement. La machine mécanique est remplacée par le robot. Certains robots ne sont d'ailleurs pas seulement d'anciennes machines intégrant de nouvelles fonctions, mais peuvent réaliser un ensemble d'opérations auparavant non mécanisables ou qu'il n'y avait pas avantage même techniquement à mécaniser robot de peinture ou robot de soudage.

Une remarque Pour expliquer ces évolutions, on s'appuie géné ralement sur une connaissance des processus discontinus. On pcut dire que l'automatisation a été mise en place bien avant cela dans les processus continus production d'électricité, raffineries de pétrole et pétrochimie, cimenteries, sidérurgie. C'est plutôt l'aspect commande par informatique qui prédomine, semble-t-il, dans ces systèmes de production.
Cette commande informatique intervient aussi dans les machines à commande numérique qui ne sont pas des robots.
L'électronique, l'informatique et la robotique interviennent partout dans la production. Elles s'introduisent dans des secteurs tels que les banques, les centres de documentation. Elles entrent en force dans toutes les industries y compris les petites et moyennes entreprises.

3) AUTOMATION

C'est l'ensemble des moyens techniques et d'organisation qui permettent aux producteurs de gérer eux-mêmes la production. En ce sens, l'automation induit l'autogestion et constitue un élément essentiel pour la maîtrise par les hommes de leur propre devenir, pour le socialisme.
Il s'agit ici d'un système de production dont les éléments technologiques et humains apparaissent aujourd'hui.
Cependant, une autre vision des choses existe qui s'oppose à la précédente. La maîtrise du processus par les travailleurs en est absente. Leur intervention est fortement limitée et le problème posé est surtout la récupération de leur savoir-faire, Il s'agit pour l'immédiat d'optimiser l'utilisation des machines et d'assouplir la gestion des stocks.
Deux issues sont donc possibles avec les nouvelles technologies. L'issue révolutionnaire et l'issue réformiste, technocratique, s'inscrivant dans les objectifs patronaux.

4) LES DONNEES

[3] Paul Boccara. Sur la mise en mouvement du Capital, Editions Sociales, Collection « Terrains », p. 290.

On dispose d'un certain nombre d'éléments concernant la situation technologique, la production des robots et des systèmes informatiques, les répercussions sur l'emploi, la formation. On dispose aussi d'éléments comparatifs avec d'autres pays.
Ces données montrent d'abord que **robotique et automatisation dépendent fortement d'autres secteurs de la production :** mécanique, instrumentation, électronique...
Développer la production de robots sans développer en même temps ces secteurs, c'est augmenter la dépendance de la France.
Les rapports sur la robotique sont généralement marqués par un côté techniciste. L'homme de la production n'y est présent que par les conditions de travail, la sécurité du travail étant, on le sait, améliorée avec la robotique. Nous avons donc à dégager nous-mêmes les possibilités dans ce domaine.
Plusieurs articles fournissent par contre des témoignages sur les entreprises, les luttes des travailleurs, les options patronales.
Le rapport de la Mission Robotique du Ministère de la Recherche et de la Technologie (M.R.T.) donne des éléments sur la robotique, d'une part, qui concernent l'industrie manufacturière (processus discontinus) et l'automatisation des processus continus. Un document F.T.M.-C.G.T. donne un tableau comparatif des effectifs employés pour la fabrication des machines en 1978. Le document se limite ensuite à la fabrication des machines-outils à métaux (**tableau 2**).
L'automatisation des processus continus a débuté bien avant l'introduction des robots dans l'industrie manufacturière ; elle se poursuit aujourd'hui. Mais on dispose de peu de données tant sur le passé que sur la situation présente dans ce domaine.
Notons que les données ne sont pas forcément homogènes quant aux définitions. Le rapport de la Mission Robotique estime le parc des robots de l'industrie manufacturière à 850, un article des « Echos » donne 5.292 robots pour le seul groupe Peugeot S.A. Mais ce dernier chiffre est tout à fait erroné si on se réfère aux définitions couramment admises en France.

II - LE BILAN

L'analyse de la situation industrielle de la France en matière de machine-outil, de robotique et d'automation renvoie à celle de la politique du patronat et des gouvernement de droite.

1) AUTOMATISATION ET ROBOTIQUE

Nous avons vu que l'activité de production fait intervenir des processus dits continus (coulée sidérurgique, raffinage du pétrole, production d'électricité) à équipement lourd, souvent gigantesque et des processus discontinus ; cela conduit à diviser les machines en deux classes. Ces deux classes peuvent intervenir dans une même industrie, cependant elles correspondent globalement à des industries différentes, surtout dans les domaines très traditionnels.
Par opposition aux processus continus, **les processus discontinus** utilisent une main-d'oeuvre directe importante, réalisant les opérations sur un grand nombre de machines spécialisées. La fabrication des **machines-outils** pour ce type d'industries (machines-outils à métaux, machines-outils à bois, outillage, outils pour machine, engrenages et organes de transmission, matériel de soudage) occupait en 1978, un effectif de 72.493 personnes. La même année, la fabrication ce machines pour les industries alimentaire, chimique, textile, du

papier... en occupait 53.145. Donc sur un effectif total de 125.638 personnes, 57,7% construisaient des machines pour les processus discontinus et 42,3 % pour les processus continus.
Outre la construction des machines elles-mêmes, il faudrait prendre en compte les **ordinateurs** qui interviennent dans ces industries pour la commande des installations. Ceux-ci sont de plus en plus fréquents dans les processus continus (pétrochimie, etc.). Les ordinateurs interviennent bien plus fréquemment encore dans les opérations de gestion (stocks, fiches de clients et de fournisseurs), dans toutes les industries. Il faudrait tenir compte aussi des systèmes de C.A.O., D.A.O., C.F.A.O., etc. [4]

2) LA ROBOTIQUE

La robotique constitue l'industrie de pointe de fabrication pour les processus discontinus. Selon les chiffres cités par le rapport de la Mission Robotique du M.R.T. (1982) **4,2 % des robots du monde sont produits en France, 44,9 % le sont au Japon, 33,2 % aux U.S.A.** L'Europe (y compris la France) en produit annuellement 21,9 %. La production annuelle mondiale est de 24.507 robots.

Les chiffres de production cumulée sont les suivants :
Total mondial 79.275
Europe . . . . . 21,8 % (France : 4,8 %)
Japon . . . . . 54 %
USA 24%

Le plus gros constructeur mondial, Unimation (U.S.), représente 20 fois le plus gros constructeur français (Renault) ACMA-CHIBRIER.
En Europe, les trois principaux pays constructeurs de robots sont la R.F.A. (1.600 par an) ; l'Italie (1.300) ; la France (1.037).
Les robots français concernent surtout : soudure, peinture, télémanipulateur, assemblage, « pick and place ».
La pénétration de la robotique en France dans les différents secteurs fait apparaître 58 % du parc dans l'automobile et 30 % dans les autres transports, 18 % dans la transformation des métaux et la mécanique, 11 % dans l'électricité et l'électronique, 10 % dans la céramique, le bois, l'ameublement, le caoutchouc et les matières plastiques (ces chiffres n'incluent que les robots et non l'automatisation).

D'après le rapport de la mission robotique, la situation française se caractérise par :
— un niveau de recherche suffisant,
— une expansion récente du marché,
— une offre fragile et techniquement dépendante,
— un manque de coordination et de politique globale.

Situation du marché français de la robotique (robots haut de gamme) estimé par le Ministère de l'Industrie : 100 à 150 MF en 1980, 150 à 200 en 1981. La périrobotique

[4] Conception assistée sur ordinateur ; Dessin assisté sur ordinateur ; Conception et fabrication assistée sur ordinateur... (cf. le glossaire en annexe)

représentant deux à trois fois plus. Dans ce marché, les importations représentent 50 à 60 % et sont principalement d'origine américaine et japonaise.

Estimation de la demande et taux d'évolution (vues par Diebold) : 16 % par an de 1980 à 1985 (Europe : 30 %), 64 % de 1985 à 1990 (Europe : 34 %).

Il y a donc un certain décalage dans le temps du marché français de la robotique par rapport aux autres pays.
Signalons que dans tous ces chiffres les pays socialistes ne figurent pas.
Nous verrons plus loin les propositions du rapport M.R.T. (elles figurent en V 1). L'objectif est de passer d'un parc de 850 robots (dont 60 % étrangers) à 5.000 en 1990.
Les conséquences pour l'emploi ne sont que peu analysées. Le rapport préconise 2.000 emplois très qualifiés en 5 à 10 ans dans l'industrie de la robotique ainsi que des créations de postes de chercheurs.
Nous reviendrons sur cette question de l'emploi.
Un budget de 2.400 MF est proposé sur 3 ans (1983-1985). Les régions de Besançon et de Toulouse sont désignées comme pôles de compétence.
Nous résumerons en V 2 le programme gouvernemental qui inclue l'ensemble de la machine-outil et ferons le point de ce qui est réalisé de ce programme début 1983.

3) LA MACHINE-OUTIL (PROCESSUS DISCONTINUS)

En ce qui concerne **l'ensemble de la machine-outil**, nos premiers chiffres et considérations proviennent d'un document de la F.T.M.-C.G.T. de 1981 et d'un dossier de l' « Usine Nouvelle » (juin 1982) (voir **Tableau 3**).
D'après l'UN., la consommation de machines-outils est passée de 3.463 millions de francs en 1978 à 4.800 MF en 1981 ; elle était de 6.200 MF en 1973, en francs constants de valeur 1980.
De 1974 à 1981, la production française de machines-outils a baissé de 30 % et la part des machines à commande numérique a plus que doublé atteignant 24 % en 1981. La production de machines à commande numérique a donc progressé de 40 % dans le même temps et le nombre de machines produites annuellement est passé de 535 à 1.200, soit une progression de 80 %.
Ainsi production et consommation de machines-outils ont baissé globalement.
Les échanges internationaux sont déficitaires pour la France :

	1980	1981
Exportations	2.180	2.122 millions de francs
Importations	2.341	3.019 millions de francs

Cette baisse de la production est le fait d'une politique patronale organisée autour de trois axes :

• Orientation vers la recherche d'une valorisation immédiate et maximale des capitaux engagés dans les entreprises de la machine-outil. Repli systématique vers les secteurs à haute rentabilité et désengagement dans les autres secteurs.

Conséquences : démantèlement du groupe Ratier-Forest-G.S.P., 110 licenciements en 1979. Dégraissage chez Ernault-Somua, 2.276 licenciements, en 7 ans, soit 62 % de l'effectif.

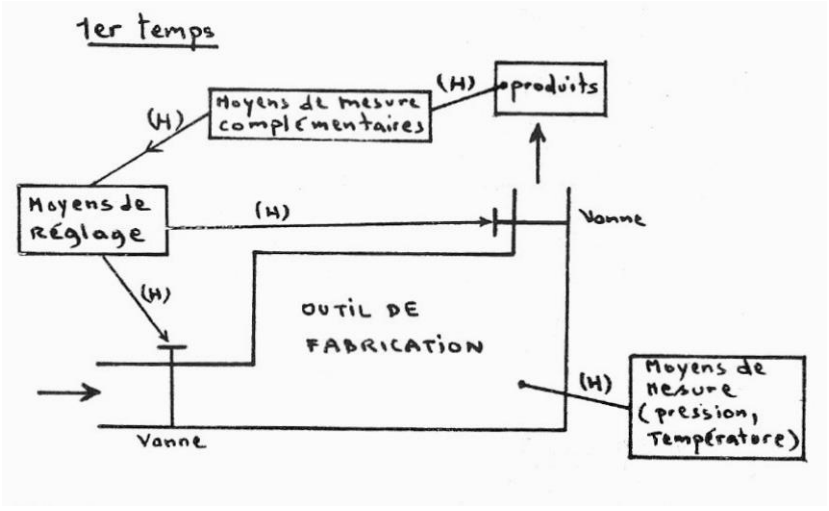
• Politique patronale dans les secteurs utilisateurs de machines- outils, sur les mêmes bases.
Conséquences : anarchie des productions nationales, irruption de concurrents étrangers puissants, déstabilisation du tissu industriel.

• Politique gouvernementale jusqu'au 10 mai 1981 qui, dans la pratique, a amplifié les résultats des pratiques patronales créneaux en termes de production, en termes commerciaux, en termes de recherche.
Le bilan de cette politique est révélateur. Sur 10 ans, de 1971 à 1979, la production en volume de machines-outils à métal a baissé de 25 % et a augmenté en valeur de 2.000 MF à 3.700 MF (2.200 MF en 1973).
Pour l'ensemble de la machine-outil, les chiffres ont été donnés plus haut.

Or l'industrie française a besoin de machines-outils. Une perspective de reconquête du marché intérieur et de développement de la production, de l'emploi et de la formation doit comprendre un développement de la machine-outil.
Les progrès technologiques à accomplir, **l'automatisation et le développement de la robotique ont besoin d'une base que l'industrie traditionnelle de la machine-outil doit fournir.**
Il est reconnu que la robotique ne peut se développer sur une base nationale que si on assure parallèlement un bon niveau industriel et technologique en matière de mécanique, électrotechnique, électronique, pneumatique, optique, hydraulique et informatique (voir tableau 4).

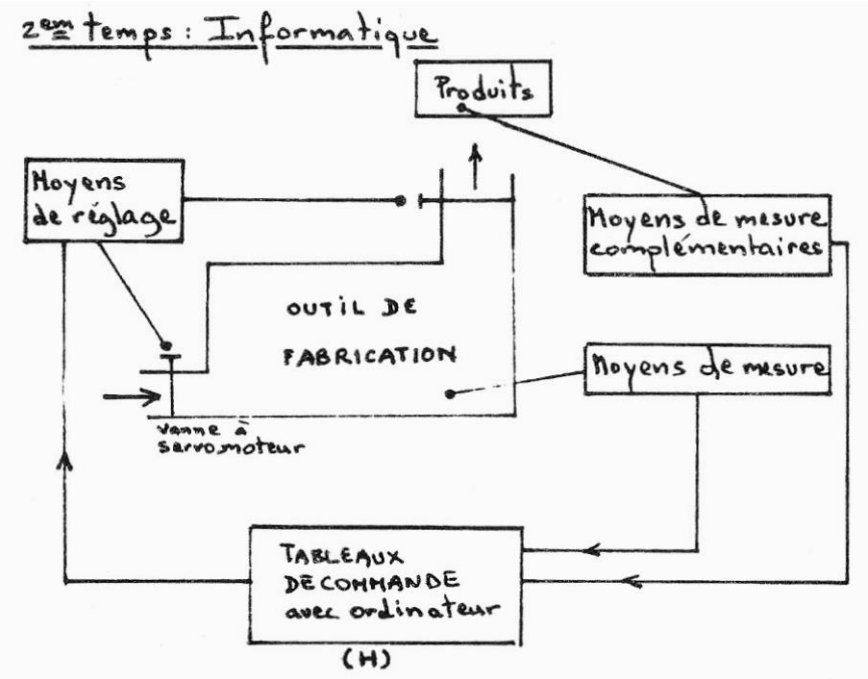
4) L'AUTOMATISATION DES PROCESSUS CONTINUS

Si l'automatisation des processus continus a démarré, il y a plus de 20 ans (raffineries de pétrole, centrales électriques...), celle-ci continue de s'étendre actuellement. D'autre part, on observe des modifications dues au développement technologique, du fait notamment de l'introduction de l'informatique et de l'électronique modernes.
Les schémas qui suivent donnent une idée de l'évolution de la production dans les raffineries.

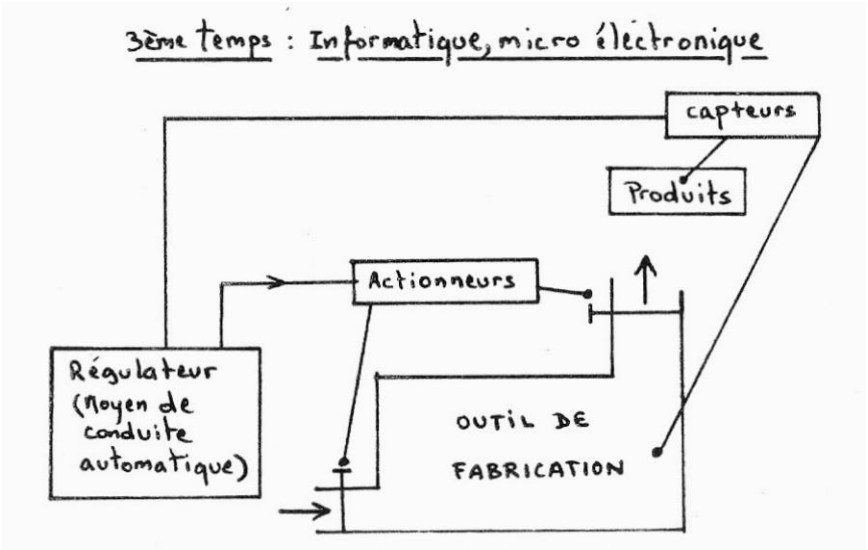


Objectif de la conduite : réglage optimum.
La force de travail humaine intervient dans toutes les opérations, tant physiques qu'intellectuelles (**H**).
Phases possibles dc fonctionnement :

- production stabilisée,
- démarrages et arrêts,
- procédures d'urgence ou de sécurité (incidents et accidents).



Cette phase n'est pas terminée aujourd'hui.



Cette phase est en cours dans plusieurs raffineries.
Les forces de travail physiques et intellectuelles sont progressivement transférées au stade de la conception et de la fabrication de l'outil de travail lui-même, de sa mise en oeuvre, de son utilisation et de son entretien.

Il faut noter la complexité des instruments de production de ce type. La séparation des tâches de conception, de mise en œuvre, d'utilisation et d'entretien est nuisible au bon fonctionnement. L'augmentation du nombre de sécurités, l'inexistence de collectifs de travailleurs qualifiés ayant toutes les données en main, une hiérarchisation rigide conduisent parfois à des pannes graves. Des accidents peuvent survenir lors des opérations de mise en route ou d'arrêt (exemple d'un accident mortel à la raffinerie de Nantes en octobre 1982).

Les mêmes problèmes se sont posés dans une centrale nucléaire américaine pour des raisons analogues. Le gigantisme des installations est, dans ces conditions, un facteur d'aggravation.
On dispose de peu d'éléments globaux pour chiffrer la situation de ces industries et l'évolution de l'emploi. Il n'y a pas d'étude à l'heure actuelle sur le thème : emploi et automatisation[5] .
Il faudrait donc chiffrer secteur par secteur, en tenant compte des liquidations dont ont été victimes un certain nombre de branches. Des études existent cependant par groupe. Citons celle du comité de coordination C.G.T. du groupe TOTAL.

III AUTOMATISATION, ROBOTIQUE L'ISSIJE A LA CRISE

Ces mutations technologiques constituent un enjeu des luttes à l'entre prise. Plusieurs réponses peuvent en effet y être apportées.

1) LES BUTS DU PATRONAT

F. Perrin-Pelletier, conseiller du directoire de P.S.A. énonce des moyens de réduire les coûts de productions[6]:
« Regardons bien le cycle de fabrication d'une pièce. Le temps pendant lequel cette pièce est usinée n'est que de 1 % du temps qu'elle passe dans le système productif. Pendant le reste du temps, cette pièce est stockée, manutentionnée, contrôlée ou en attente sur une machine. Comment réduire ces coûts qui n'apportent aucune valeur ajoutée vendable et peuvent représenter jusqu'à 40 % de la valeur ajoutée totale ? Grâce au triple zéro : zéro défaut, zéro délai, zéro panne. »

Zéro défaut : *c'est-à-dire faire bien du premier coup non par la multiplication des contrôles, mais par l'intégration du contrôle dans la fabrication grâce aux cercles de qualité dont Citroën, à l'usine de Rennes, est le leader en France avec 100 cercles.*

Zéro délai : *pour les changements d'outil. A Talbot Poissy, par exemple, sur une ligne de grosses presses, le temps de changement d'outils a été ramené de 8 heures à 5 minutes.*

[5] Y. Lucas note le besoin d'études permettant notamment d'analyser les effets du « phénomène d'informatisation-automatisation des activités professionnelles » sur « l'évolution quantitative et structurelle de la force collective de travail ainsi que sur son rapport qualitatif aux moyens de travail : c'est dire la transformation de contenus du travail et de la qualification des travailleurs », La Pensée, n° 224. pp. 85 et 86.
[6] Dans un document patronal de la firme.

Zéro panne : *au lieu de subir des pannes et de les réparer, il faut les supprimer définitivement. Le personnel de fabrication qui vit avec la machine est associé au personnel d'entretien pour la recherche des causes de panne ».*

Plus haut, dans le même texte :
« De nos jours, il n'est plus possible de dissocier l'innovation/produit de l'innovation/fabrication. Etant donné l'accélération des cycles de renouvellement des modèles, il devient nécessaire de trouver des moyens de fabrication polyvalents, souples et fiables, comme le sont les robots. L'industrie automobile est en tête de toutes les industries pour leur utilisation ».

Dans ces déclarations, on trouve un souci d'efficacité que nous partageons. Cependant, les buts du patronat sont autres. Il s'agit du profit et de l'accumulation capitalistes. Ceux-ci conduisent au gaspillage des hommes et des machines, à la liquidation de secteurs entiers en vue du redéploiement.

En France, l'articulation de la casse s'est faite autour de trois axes :
- La politique du grand patronat de la machine-outil visant la valorisation immédiate des capitaux engagés. Ce qui a conduit à un mouvement de restructuration et donc d'abandon.
- Une attitude délibérée du patronat utilisateur, guidé par le souci de rentabilité, qui a fait jouer une vive concurrence dans un secteur essentiellement composé de P.M.E. Ce qui a conduit à des licenciements et des fermetures d'entreprises, à faire pénétrer le marché français par des concurrents étrangers. Il faut y ajouter la faiblesse de l'investissement dans la même période qui chute de 30 % entre 1973 et 1980.
- Une politique gouvernementale qui a amplifié les pratiques patronales notamment avec le plan d'Ornano qui prenait acte d'une situation et mettait en avant une politique de créneaux jugés rentables. Ce qui a contribué à renforcer la pénétration étrangère.
L'héritage laissé est lourd, il ne faut pas le sous-estimer. Cependant cette industrie possède de nombreux atouts, que la lutte des travailleurs a permis pour une bonne part de préserver et qu'il faut valoriser.

Comment le patronat introduit-il ces nouvelles technologies ?
Un objectif est d'adapter la fabrication aux commandes au lieu de gérer les stocks.
A la manufacture métallurgique de Tournus [7], on assiste à la mise en place d'équipes semi-autonomes. Le but est l'amélioration du rendement et des économies sur les coûts. Objectif atteint,
Corollaires : l'absentéisme et les accidents du travail diminuent. La qualification augmente (formation polyvalente), les chaînes sont supprimées, la maîtrise a un rôle nouveau (collectifs pilotes, animation).
Le capital cherche à adapter la division du travail aux nouvelles technologies qui l'intéressent, de manière à en tirer le meilleur parti. Mais il ne la remet pas fondamentalement en cause, il est jaloux de son pouvoir à l'entreprise et il redoute les luttes des travailleurs, leur compétence à intervenir dans la gestion, leur rôle possible dans la technologie Il cherche à limiter leur intervention aux questions de' salaires et des conditions

[7] Cf « L'Usine Nouvelle » du 6-5.1932.

de travail. Il est tenté par le « modèle japonais » et cherche a réviser dans ce sens l'organisation du travail dans ses entreprises.

Pour économiser les coûts, certains gaspillages (à l'entreprise), il est conduit à organiser des collectifs à pouvoir limité lorsque l'ambiance chez les travailleurs le lui permet. Mais- il maintient ou renforce une certaine division. L'organisation du travail, la conception deviennent plus importantes du fait des nouvelles technologies ; ils accroissent le rôle des spécialistes, des techniciens des méthodes. Ce qui a pour conséquence de valoriser les méthodes par rapport au service de gestion classique. Les méthodes ont par exemple pour tâche de remettre à jour le chronomètre et assurent de nouvelles fonctions de gestion technique. Cela nécessite une meilleure qualification de ces techniciens.
D'autre part, le mode opératoire revient aux personnels de production[8].

Dans ces conditions, quelles sont les conséquences pour l'emploi et la qualification ? Une étude japonaise citée par Y. Lafargue donne des éléments de réponse à cette question[9] (voir aussi **tableau 5**).
« La tendance des systèmes automatisés est d'accentuer le processus de déqualification d'une grande partie de la population ouvrière (disparition des ouvriers des corps de métiers traditionnels, apparition de surveillants opérateurs) mais en même temps, d'augmenter la proportion d'emplois qualifiés ».
Selon nous, les mutations technologiques à l'entreprise peuvent appeler plusieurs réponses. La réponse du capital vient d'être évoquée. Il introduit les technologies qui lui conviennent pour ses objectifs, en tentant d'intégrer le savoir ouvrier dans des automatismes, en modifiant l'organisation du travail. Comme dans le passé, dans tous les cas où il « modernise », il a tendance à liquider ce qui ne lui sert plus.
A l'entreprise, déqualification ou licenciement d'une partie des travailleurs (les anciens corps de métier), mise au rebus des anciennes machines (gaspillage). A plus grande échelle, il casse des entreprises, des secteurs entiers de l'industrie pour se redéployer, il exporte les capitaux. Il y a là un gaspillage humain et matériel considérable que la lutte contre le gaspillage à l'entreprise dont parlent bien des idéologues du patronat, est loin de compenser.

2) CE QUE PEUT ETRE LA REPONSE DES TRAVAILLEURS

Celle-ci peut être toute différente. Nouvelles technologies ou non, ils aspirent à plus de démocratie, à intervenir dans la gestion. Ils acquièrent de nouveaux droits dans le contexte plus favorable d'après le 10 mai.

Avec la crise, ces aspirations sont plus importantes et leur non-satisfaction est un élément de cette crise, L'issue à la crise exige un renversement par rapport aux pratiques du patronat. Les technologies sont le résultat du travail des ouvriers, techniciens, ingénieurs...
Elles ouvrent des possibilités nouvelles. **Sur la base du progrès technologique qui conduit le patronat, pour des raisons qui lui sont propres, à utiliser les robots, il est possible de faire autrement.**

[8] Cf. « L'Usine Nouvelle » du 17.6.1982.
[9] (7) Annales des mines, Mai-Juin 1982.

Par les luttes, dans le nouveau contexte résultant du changement politique, il est possible de faire céder le patronat et d'empêcher la casse, les gâchis, d'entreprendre la reconstitution de l'appareil de production, de développer la démocratie, la qualification, l'emploi. Bien plus, le développement technologique est porteur de possibilités nouvelles très importantes. **On peut faire aujourd'hui autre chose que des robots anthropomorphes, que des cercles de qualité.**
Il est possible de revoir complètement le fonctionnement des entreprises, de construire des machines nouvelles, des ensembles de machines et de mettre en place une nouvelle conception du travail sur la base de véritables collectifs de travailleurs, débordant ainsi à la fois les robots et les cercles de qualité. Il ne s'agit pas de faire table rase, mais de commencer par pousser en avant ces exigences dans le cadre de l'entreprise actuelle. L'usine traditionnelle aussi bien que l'entreprise automatisée peuvent être le lieu de ces transformations.
Le secteur nationalisé les rend réalisables rapidement à condition que la démocratisation se manifeste concrètement à tous les niveaux. Il faut pour cela combattre les comportements négatifs, réactionnaires de certaines directions d'entreprises nationalisées. Celle de la sidérurgie qui continue la casse, celle de Thomson qui a voulu céder le marché des microprocesseurs à la firme américaine C.G.A., celles d'autres entreprises nationalisées qui continuent à licencier, qui ne développent pas, comme la situation l'exige, l'emploi, la qualification et refusent de répondre aux revendications salariales ; celles — et elles sont nombreuses — qui refusent dans la pratique l'intervention des travailleurs dans la gestion, qui s'opposent aux nouveaux droits des travailleurs, des comités d'entreprises. Il est urgent d'intervenir pour que changent ces pratiques.

Sur 100000 entreprises françaises qui utilisent un ordinateur, moins le 30 communiquent leur plan informatique au comité d'entreprise[10].

Le Conseil Economique et Social reconnaît la nécessité du rôle des C.E. Mais il faut aller plus loin que la simple information à propos de plans décidés par ailleurs par le patronat.
Il faut plus que le contrôle souhaité par la C.F.D.T. **Il faut une véritable participation des travailleurs aux décisions d'investissements technologiques avec une intervention spécifique des C.E., des ingé nieurs, dans les Conseil d'Administration.**

Les travailleurs sont-ils compétents pour cette intervention ? Oui, leur compétence déborde leur simple savoir-faire professionnel. Cette compétence se développera si on accentue la qualification de tous, ce qui va dans le sens contraire de bien des pratiques patronales en matière de robotique. Des travailleurs plus qualifiés seront plus exigeants sur ce plan et seront mieux à même de participer à la direction des entreprises.
Mais sans attendre, leur intervention est aujourd'hui nécessaire et possible car ce qui s'oppose c'est, avant tout, les résistances patronales, y compris dans le secteur nationalisé. C'est une lutte pas à pas qu'il faut mener pour y parvenir où chaque acquis est un appui pour des conquêtes démocratiques nouvelles.

C'est à ce processus qu'ont oeuvré, en 1982, ces ingénieurs de la Thomson à Corbeville qui se sont opposés à la fermeture de leur service microlytographique et à l'arrêt des recherches

[10] Ibidem.

et mises au point des microprocesseurs que la Direction voulait imposer, pour céder le marché aux Américains, alors que la France a une avance technologique confortable et que l'industrialisation et la commercialisation peuvent être entreprises. Ils sont intervenus pour la première fois, avec hésitation, eux qui n'avaient jamais eu de pouvoir autre que d'exécution dans leur entreprise. « Associez-nous des décideurs », ont-ils proposé aux communistes. Mais c'est leur lutte qui peut décider de tout !

Certaines transformations dans les **techniques de production** et dans **l'organisation du travail**, opérées par le patronat, peuvent être récupérées par les travailleurs, et c'est à propos de ces transformations que les travailleurs peuvent en combattre les aspects négatifs pour en modifier le cours et les résultats. Il peut en être ainsi à propos de l'automatisation, de la robotique et des ateliers flexibles ainsi que des changements dans la division du travail qui leur sont liés.

Consécutifs à des décisions patronales, ces changements peuvent être infléchis, modifiés, renforçant ainsi le poids des travailleurs dans l'entreprise. En même temps, ceux-ci contribuent à constituer la nouvelle organisation de la production et oeuvrent à l'introduction de technologies plus adéquates à leurs aspirations, de machines ou de systèmes de machines qui leur sont mieux adaptées. Une attitude contraire serait d'exiger l'information sur les objectifs patronaux afin de les réaliser mieux et plus vite.

Ce combat se situe à tous les niveaux. Au niveau des commissions gouvernementales comme au niveau des entreprises, des Conseils Régionaux. Les rapports des commissions du M.R.T. sont révélateurs par leur technicisme. Les travailleurs n'y ont pas leur place en tant que décideurs, en tant que pôle de compétence.

Il semble que des recherches soient envisagées sur la science de la production, qu'un centre de la formation à la productique soit programmé en Picardie. C'est intéressant mais cela aussi nécessite que les travailleurs des entreprises y soient associés de l'ouvrier à l'ingénieur pour qu'on ne tombe pas dans les études technicistes.
Dans les projets régionaux, pour les mêmes raisons, la participation des C.E. et des syndicats devrait être imposée d'emblée, dès leur création. On reviendra sur ces aspects dans le paragraphe 2 du chapitre VI.

3) PROBLEMES SPECIFIQUES LIES A L'AUTOMATISATION DES PROCESSUS CONTINUS

On se réfère ici au document du comité de coordination C.G.T. du groupe TOTAL « L'informatique et ses conséquences sur l'emploi dans l'industrie pétrolière ».

Les objectifs du capital ne sont pas différents, dans ce type de production, de ceux qu'ils sont dans d'autres. Cependant, la stratégie du redéploiement fait que certaines des industries concernées, telle que la sidérurgie, ont été touchées plus que d'autres. Dans le pétrole, également, les investissements ont lieu préférentiellement à l'étranger, de plus la filialisation est fréquente. Celle-ci a pour conséquence que, sur 90.000 salariés de cette industrie, 43.000 seulement sont couverts par la convention collective nationale.

Le patronat a poussé à la mise en place très rapide des nouveaux systèmes automatisés dans les raffineries. Ceux-ci permettant de diminuer les postes de travail, le but à atteindre étant de concentrer dans les mêmes mains et dans les mêmes têtes plusieurs installations.
Peu importent les points faibles de la technique, tant pis si telle ou telle tâche est fastidieuse, voire dangereuse, ce qui importe avant tout c'est la **concentration des données, donc la rentabilité.**
« L'opérateur qui contrôle aujourd'hui une centaine de boucles de régulation, en contrôlera, avec l'application de ce système, 200 â 300. Si un appareil fonctionne avec difficulté et nécessite de nombreuses et répétitives interventions manuelles, cela n'est pas important l'opérateur pourra faire ce travail puisqu'il est condamné à devenir l'O.S. du pétrole ! ».

On constate la tendance suivante *« d'un côté des super techniciens de la conduite centralisée, et de l'autre, les opérateurs qui régleront les incidents mineurs »*.

Les « super techniciens » auront une formation générale et spécifique, conséquente, mais cela ne concernera qu'un petit nombre de salariés. La plus grande masse des travailleurs ne pourra disposer que d'une formation très spécifique à leur tâche, et par là-même, ces salariés seront vulnérables.

Il y a donc, là aussi, une division du travail et des qualifications qui n'a rien de fatal, mais est le fait de la politique patronale qui a voulu moderniser à tout prix et rapidement, sans rénover les installations de base, installer des ordinateurs et des tableaux de commande sur des ensembles qui n'étaient pas prêts à les recevoir.

D'où la nécessité de maintenir sur place une main-d'oeuvre relative ment abondante, peu qualifiée qui palliera l'inadaptation des appareils. En faisant cela, il peut aussi casser les équipes de quart actuelles pour donner des responsabilités (peu rétribuées) à un opérateur central, reléguer à un rôle administratif les chefs d'équipes actuels et par cette cassure avoir une mainmise plus grande sur les équipes de production.

Toutes ces « modernisations » se font bien sûr sans consultation ni information préalable des personnels.

Comme dans les processus discontinus, on devine qu'une autre conception des mutations technologiques est possible dans le respect de l'intérêt des travailleurs qui leur permettrait de tirer avantage de ces mutations en faisant en sorte qu'elles n'aient pas lieu brutalement et qu'elles soient faites de manière sérieuse, avec un plan de développement technologique à l'élaboration duquel ils participeraient. Cela exige la démocratie dans la gestion, un développement des qualifications de tous, une prise en compte de l'emploi.

Il faut donc empêcher là aussi le patronat de persévérer dans le gâchis et l'obliger à réaliser une bonne automatisation.

Un autre aspect de l'automatisation capitaliste dans l'industrie pétrolière est le **développement de la sous-traitance** en liaison avec le développement technologique tel qu'il est pratiqué.

Cette industrie est très concentrée sur quelques sites (dans le Lyonnais, en Seine-Maritime, dans le Bordelais et les Bouches-du-Rhône), les unités y sont de grande taille, l'automatisation y est très poussée, la fiabilité des matériels permet des cycles longs, la technologie élaborée permet aux unités d'être entretenues, voire améliorées sans nécessiter leur arrêt. Tous ces travaux sont programmés dans le temps et rendent la sous-traitance aisée, Il n'est plus besoin pour certaines opérations d'avoir sur place des équipes stables et à temps plein.

Aussi, pour abaisser les coûts de production, les industriels sous-traitent-ils des activités étroitement liées à l'industrie : analyses de laboratoire, dessin, études, instrumentation, etc. Ces pratiques sont désavantageuses pour les travailleurs sur le p]an de l'emploi et de la convention collective nationale.

IV — SITUATION ET TENDANCE DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

On présente ici les caractéristiques actuelles et les tendances prévisibles du développement des technologies en France.

1) TYPES DE MACHINE

Machine-outil : Il semble que ce qui change surtout dans la machine- outil, ce soit **l'introduction de l'informatique et de l'électronique**.

Celles-ci permettent de rendre plus ou moins automatiques des successions d'opérations exécutées initialement par l'ouvrier : commande de la machine elle-même (tour, fraiseuse, étau-limeur, etc.), changement d'outil et même préhension des pièces, réaction en fonction de l'environnement de façon à exécuter une opération donnée malgré les perturbations extérieures. On parvient ainsi aux robots les plus perfectionnés. Ceci touche la production en série où des opérations répétitives sont à effectuer, mais peut intéresser des productions en petite quantité ou même un exemplaire unique une fois que le système de commande automatique existe et permet par exemple la réalisation sur programme numérique. Avec la C.F.A.O. (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur), on voit même l'intervention de l'homme **limitée aux tâches de conception** — le dessin d'une pièce sur un écran électronique — **et de surveillance** du robot exécutant la fabrication de la pièce. La limite étant qu'on ne trouve pas de machine capable de mener jusqu'au bout la fabrication de n'importe quelle pièce — ou ensemble de pièces — et délivrer l'objet fini en partant du lingot. Les opérations sont généraleent trop complexes et variées et font appel à plusieurs machines. Parallèlement à l'automatisation des processus grâce à l'électronique et à l'informatique, on peut observer une évolution des machines elles-mêmes vers de meilleures performances et aussi l'apparition de **nouveaux procédés d'usinage, de fabrication sur la base de techniques nouvelles**. Une interrelation avec l'électronique (microprocesseurs) existe souvent dans la conception de la machine elle-même, dans l'évolution de la conception de nouvelles machines.

Parmi les facteurs contribuant à l'évolution des machines, on peut voir :

- les matériaux : vers les hautes caractéristiques pour les aciers, les alliages métalliques, les matériaux non métalliques, les protections de surface, les lubrifiants, les matériaux composites métalliques ou non ;
- la précision ;
- la rapidité qui s'appuie sur les performances des matériaux ;
- les nouveaux procédés d'usinage précis, de traitement de surface, de soudure, de peinture, de découpage.

Des machines nouvelles sont mises au point en fonction de procédés nouveaux ou de réalisations nouvelles à opérer.

Parmi les techniques nouvelles utilisables dans les machines, citons :
- le laser : découpe de tôle, soudure, perçage,
- l'électroérosion : usinage,
- les ultrasons,
- le bombardement ionique,
- les plasmas : fonderie, découpe, dépôt de surface.

Nous ne parlons pas ici de l'aspect robotique spécifique. **La machine-outil classique bénéficie de ces progrès**. Une question peut être posée à propos de la production de ces machines classiques. Le plan gouvernemental semble préconiser l'abandon de celles-ci sous prétexte que des pays du tiers-monde en fabriquent (Inde). Est-ce juste ?
Ne faut-il pas voir ce problème en fonction :
- des besoins nationaux, régionaux et locaux ;
- des possibilités d'amélioration sur la base du progrès technologique dans notre pays
- de l'emploi ;
- des conditions nécessaires à la préparation de la production automatique ?

La machine-outil à commande numérique marque fortement l'évolution de ces dernières années comme le montrent les chiffres cités au début. Celle-ci fonctionne de manière automatique ou semi-automatique d'après des instructions qui lui sont transmises sous forme codée numériquement. Elle est composée :

- d'une machine-outil remplissant les fonctions d'une machine ordinaire, mais qui a une fiabilité plus grande. Le succès de l'opération dépend en effet du faible risque de panne, de la précision. C'est donc une machine d'excellente qualité destinée à travailler plus vite et plus longtemps
- d'un directeur de commande, automate qui exécute le programme. Cet automate a lui-même suivi les progrès de l'électronique et des microprocesseurs.

La M.O.C.N., outre les qualités citées, présente celle dune assez grande souplesse d'utilisation, puisqu'il suffit en principe de modifier le programme pour modifier la fabrication.

Les centres d'usinage, apparus depuis 1978, permettent de plus le changement d'outils automatique et l'alimentation et le déchargement d'une pièce pendant que la machine usine une autre pièce, d'où un important gain de temps.

Nous verrons que le programme gouvernemental fait une large place à la M.O.C.N. Mais nous avons un retard important à combler, tant dans leur fabrication que dans leur utilisation.

Robots : Il y a ambiguïté sur le terme de robot. Les Japonais en donnent une définition plus large que les Français.
Le projet de définition de l'I.S.O. (il existe peut-être une définition officielle actuellement, mais elle n'est pas en notre possession) est la suivante[11] :

« Le robot industriel est un manipulateur multifonction, programmable, dont la position est contrôlée automatiquement, qui a plusieurs degrés de liberté et qui est capable de saisir des matériaux, des pièces, des outils ou des appareils spécialisés, pour leur faire subir des opérations programmées ».

On est frappé par le caractère anthropomorphe de nombreux robots.

Cela provient de ce que, dans les conditions d'une production donnée existante, on a voulu remplacer certaines tâches effectuées précédemment par des ouvriers. Il ne s'agit donc pas, actuellement, de réviser complètement un processus de production, de le concevoir autrement, bien que l'existence de robots puisse être considérée comme un pas vers l'automation.

Les opérations effectuées par les robots ne sont pas faisables par de simples engins mécaniques. Le robot intègre, en plus des propriétés d'exécution mécaniques, des **fonctions nouvelles**. Il ne s'agit pas de la programmation, celle-ci existe déjà dans les M.O.C.N. Il s'agit de fonctions de **repérage dans l'espace et le temps**, de **préhension**, de **capacités de réaction** par rapport à un environnement changeant.

Cela nécessite des moyens de connaître cet environnement : capteurs de conditions thermodynamiques par exemple, moyens optiques de reconnaissance des formes, des positions, organes tactiles.

L'information est transmise au système mécanique qui modifie sa position, son réglage, sa vitesse de manière à l'adapter aux conditions mouvantes.

Aujourd'hui, des éléments électroniques permettent cette adaptation mais cela n'a pas toujours été le cas. Les asservissements hydrauliques, les systèmes basés sur la fluidique ont précédé l'électronique dans les avions par exemple, dans les processus continus. En aéronautique, les transmissions et asservissements hydrauliques furent un temps préférés aux systèmes électriques pour des raisons de poids.

La fluidique, fondée sur certaines propriétés des fluides en mouvement, a donné lieu à des inventions géniales, mais a vite été détrônée par l'électronique. Elle n'a pratiquement pas eu le temps de se rendre utile à l'industrie.

[11] Cf. Lasfargues, avril 1982, p. 405.

Les progrès dans le domaine des capteurs, de l'électronique avec les microprocesseurs, de l'optique avec les lasers, de l'analyse d'image, de même que les avancées de la mécanique, des matériaux, rendent plus fiable la machine, les progrès de l'informatique ont permis la réalisation des robots d'aujourd'hui (**voir tableau 4**).

Tous les robots n'ont pas les mêmes propriétés. Pour un certain nombre d'entre eux, ils sont doués de capacités d'apprentissage, c'est-à-dire de répéter les gestes que lui a fait faire une première fois un ouvrier en maniant l'outil. Le peintre en automobile maniera le pulvérisateur de peinture comme il le ferait avec un pistolet, le mouvement sera enregistré et réexécuté autant de fois qu'il est souhaité, par le robot, capable de plus de s'adapter à une variabilité de la position de la structure à peindre.

Il n'y a pas de robot à tout faire mais une spécification aux postes de fabrication. On retrouve donc avec les robots des opérations classiques : perçage, alésage, fraisage, tournage, rectifiage, des presses plieuses, des cisailleuses, ainsi que des manipulateurs divers.

Les robots sont plus ou moins perfectionnés et une progression existe de la machine-outil à commande numérique, qui n'est pas un robot, aux engins les plus évolués. Les progrès accomplis conduisant aux engins les plus sophistiqués s'appuient sur ceux des machines des générations antérieures et sur le savoir-faire des ouvriers et des techniciens.
Signalons que la robotique au sens large intègre les M.O.C.N., les robots proprement dits et les ateliers flexibles.

Les **tableaux 6 à 9** donnent la situation de l'industrie du robot en Franc et dans le monde. Les **tableaux 10 et 11** donnent la répartition géographique en France.

Ajoutons quelques chiffres concernant l'Union Soviétique.

Fabrication de robots en U.R.S.S.

	1975	1978	1980	1982	1985
Nombre d'unités produites	**120**	**580**	**1.579**	**5.400**	
Robots en fonctionnement				**13.000**	**50.000**
Nombre de robots soviétiques/ Nombre de robots dans le monde	**1/31**		**1/5**		**1/2**

Il semble que les tendances de la robotisation en U.R.S.S. opèrent dans deux directions :

— les domaines où sans "hommes mécaniques", il est impossible de se tirer d'affaire : travail pénible et dangereux pour la santé ;
— les productions les plus monotones où les conditions d'utilisation des groupes de robots sont venues à maturité ce qui réduit leurs frais d'entretien ; chaînes de montage d'automobiles, de montres. On supprime les tâches monotones, chaque ouvrier travaillant alors à une cadence libre.

2) ENSEMBLES DE MACHINES

Les ensembles de machines interviennent tant dans la fabrication de prototypes que dans la fabrication en série.

Aux objectifs annoncés par F. Perrin-Pelletier : zéro défaut, zéro panne, zéro délai, il est des réponses faisant intervenir les hommes et les techniques. Ces réponses sont multiples et peuvent très bien conduire à une aggravation ou au contraire à une amélioration de la vie des travailleurs à l'usine. Ce qui reste décisif dans ce domaine c'est, nous l'avons dit, l'importance plus ou moins grande de l'intervention de ceux-ci dans les décisions relatives tant à la conception qu'à l'organisation du travail, à la gestion, au développement techno logique.

L'utilisation des techniques peut permettre d'optimiser l'utilisation des machines et des ensembles de machines, mais doit souvent être associée à la participation des hommes, ce qui peut mettre en cause les objectifs du capital.

Une production plus souple, capable de s'adapter rapidement à la fabrication de nouveaux produits, d'éviter l'existence de stocks sera une production plus efficace avec moins de gâchis.

La tendance de ces toutes dernières années, pour les petites et moyennes séries, surtout, a été de réaliser des ateliers flexibles. Début 1982 il n'en existait que deux en France : chez Caterpillar à Grenoble et chez R.V.I. (Bouthéon). Plusieurs autres sont en cours d'installation.

Un tel atelier est piloté en temps réel par un ordinateur : son objectif est d'optimiser l'utilisation des machines, de réduire au maximum les encours et d'accélérer le passage des pièces à travers l'atelier.

Avec les ateliers flexibles commence à se réaliser l'automatisation d'intégration des processus discontinus, c'est-à-dire le début de l'automation.

3) RECHERCHE, DEVELOPPEMENT

Les progrès en cours touchent différents domaines qui s'interpénètrent et dépendent bien souvent les uns des autres quant à leurs évolutions. Les mutations touchent :

1. **Le traitement et l'utilisation de l'information**, avec les banques de données, le dessin assisté par ordinateur (D.A.O.) et la conception assistée par ordinateur (C.A.O.) qui devient indispensable pour la micromécanique de précision.

2. **L'électronique, surtout avec les microprocesseurs**. La réduction des dimensions et des coûts des systèmes électroniques, leur prolifération va transformer les rapports du producteur à son outil de production. Les progrès de l'électronique interagissent avec ceux de la mécanique. Ainsi, l'introduction massive des microprocesseurs permet et induit en même temps des moyens de mesure plus précis. Des machines à fabriquer les circuits électroniques plus performantes sont conçues, les circuits sont

plus denses et les systèmes plus rapides. On assiste donc à un **progrès de la mécanique** : des fonctions mécaniques performantes car spécialisées sont remplacées dans toute sorte de machines, **mais en même temps l'électronique progresse** car certaines de ces machines servent à fabriquer des circuits électroniques plus évolués. On a là un système technique bouclé à réaction positive, dont la conséquence est l'apparition de moyens de production à niveaux d'intégration de plus en plus hauts.

3. **L'optique et l'optoélectronique avec lasers**. Ceux-ci permettent une métrologie de plus en plus fine (distances, positions, vitesses). L'holographie réalisable à partir des lasers est très prometteuse et permettra une observation et des opérations simultanées dans les trois dimensions. Des usinages d'une précision accrue sont possible de même que des traitements thermiques localisés. La France ne fabrique pas actuellement de lasers. Il semble que la C.G.E. soit en train de lancer une fabrication.
   Notons que nous maîtrisons très certainement les lasers de puissance (laser thermique et laser chimique notamment où l'énergie est produite par combustion et forte détente) mais que ceux-ci sont surtout réservés aux applications militaires. L'utilisation civile serait certainement très vaste.
   Nous n'évoquerons pas ici les utilisations du laser en médecine, dans l'imprimerie ou dans le matériel audiovisuel, qui tendent à se généraliser.

4. **L'automatisation et l'automation** peuvent rendre plus compétitives les machines et les ensembles de machines, améliorant la sécurité, les conditions de travail et faisant appel ou pouvant rendre nécessaires une qualification plus élevée, une intervention des travailleurs dans le sens d'une maîtrise de la production et du développement technologique, un travail plus intéressant, plus libre car débarrassé des tâches pénibles et répétitives qui font place à l'activité de conception.
   Le secteur militaire français semble très fort dans ce domaine égale ment et se pose le problème de transfert technologique à d'autres secteurs. Le processus est aussi bien engagé dans le pétrole, le nucléaire, établi dans l'automobile.
   Une progression est indispensable, de la machine automatique mécanique à cames à la machine outil à commande numérique et aux machines outils convertibles, aux robots.
   La France est également bien placée pour développer la fabrication assistée par ordinateur (F.A.O.) et les ensembles combinés d'automatismes tels que les ateliers flexibles.
   Les institutions intervenant dans la robotique et l'organisation de la recherche figurent dans le tableau 12.

5. **La métrologie.**

6. **Les matériaux nouveaux :** alliages à hautes caractéristiques (aciers martensitiques à durcissement structurel, matériaux métalliques à dispensoïdes). Alliages moins nobles donc plus économiques, mais après traitement de surface les rendant plus performants bombardement ionique, dépôt par plasma (peu développé en France) ; matériaux métalliques composites ;

matériaux non métalliques : plastiques ou composites.
Elaboration de matériaux en microgravité dans des satellites (recherches en cours au C.NE.S.).

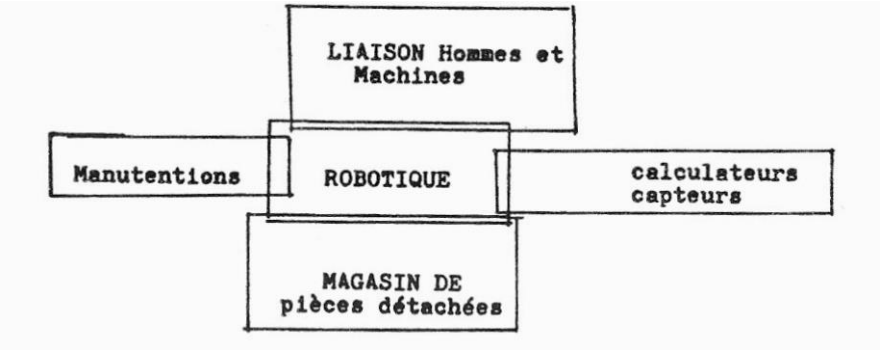
7. **Les nouveaux procédés de formage et d'usinage** : soudure laser, soudure par bombardement d'électrons, usinage par électroérosion, ultra-sons, laser, bombardement ionique, usinage chimique et électrolytique, photolithographie de précision.

V — LES PROJETS GOUVERNEMENTAUX

Donnons d'abord un bref aperçu du rapport de la mission robotique du M.R.T., puis quelques aspects qui nous semblent importants, du « programme de développement de l'industrie française de la machine- outil », enfin quelques remarques et propositions.

1) LE RAPPORT DU M.R.T. (MISSION ROBOTIQUE)

Ce rapport est fortement inspiré du rapport du Conseil Economique et Social (avril 82) ou rapport Lasfargues.
Il porte sur la robotique et l'automatisation de production. Pour l'essentiel, les robots concernent les processus discontinus de production. Il s'agit d'une industrie de pointe.
La notion de « périrobotique » est dégagée et présentée comme source de marché (2 à 3 fois la robotique elle-même).



L'objectif de la robotique en France est :
— d'automatiser les processus discontinus,
— d'adapter l'outil de production en la rendant plus souple (flexible) en regard de son adaptabilité aux conditions industrielles, économiques, sociales, et d'améliorer ainsi la productivité.

Diagnostic sur la situation française
— niveau de recherche suffisant,
— expansion récente du marché,
— offre fragile et technologiquement dépendante,
— manque de coordination et de politique globale.

Eléments prévisionnels et statistiques (voir **tableaux 6, 7, 8**).

Ces chiffres ne portent pas sur l'automatisation des processus continus dans : charbon, pétrole, chimie, mais n'incluent que les robots utilisés.
On prévoit une nouvelle génération de constructeurs aux activités diverses qui viendraient concurrencer le monopole des principaux constructeurs de machine-outil.

En France, comme ailleurs et à l'exemple d'autres pays, le rapport fait ressortir la notion de taille critique que devrait avoir l'industrie de la robotique. Pour cela, il propose le support d'un groupe industriel — ou de plusieurs — multinational ou d'un puissant groupe national. Et il cite Renault, Matra, C.G.E., C.E.A. JI propose de constituer aussi un réseau de petites entreprises performantes.

La France est dépendante de l'étranger pour :
— les composants électroniques,
— certains éléments mécaniques,
mais seulement sur le plan industriel (et non de la recherche).

Elle est bien placée sur :
— les moteurs électriques à hautes performances,
— les capteurs.

Mais actuellement U.S.A. et Japon dominent tous les projets de recherche et de développement (voir **tableau comparatif n° 9**).

Utilisation des robots japonais (programme du M.I.T.J.) Industrie, spatial, nucléaire, travaux sous-marins, handicapés et personnes âgées.
En ce qui concerne l'implantation des principaux laboratoires de re cherche et les centres régionaux en France on peut se reporter aux **tableaux 10 et 11**.

Propositions et objectifs.

Une série de propositions est faite incluant des structures, pôles de compétence, recherche, formation, financement. Mais le rôle des travailleurs est absent de ces propositions pour conquérir la maîtrise nationale.
On veut passer de 850 robots (dont 60 % d'étrangers) à un parc de 5.000 en 1990.

Compte tenu de la pluridisciplinarité de la robotique, une stratégie concertée est nécessaire avec : électronique, informatique, mécanique (machine outil notamment).

Emploi.
A long terme (5 à 10 ans) création de 2.000 emplois très qualifiés, sur la base du rééquilibrage de **nos exportations**.
L'augmentation de la productivité des industries manufacturières doit permettre de conforter ou de conquérir des positions et de créer des emplois (une commission sera créée pour étudier cela).
Budget global proposé 2.400 MF sur 3 ans (1983-1985).
410 chercheurs sur trois ans, affectés dans les laboratoires existants. Les 2.400 MF se répartissant comme suit :

Equipements . . . . . 235 MF
Actions diverses . . . . . 1.940 MF
Subventions . . . . . 225 MF

Pôles de compétence : Besançon et Toulouse.
Parmi les grands programmes de recherche, la mission propose un programme de recherche socio-économique qui étudierait les conséquences sur l'emploi.

Propositions pour l'automatisation des processus continus : 20 MF sur 3 ans (recherche).
Prise en compte des conditions de travail et de la liaison homme- machine.
Critiques du rapport Lasfargues en ce qui concerne le rôle des C.E.

2) LE PROGRAMME GOUVERNEMENTAL

Le nouveau gouvernement a engagé un programme de développement de l'industrie française de la machine-outil qui constitue, de par les enjeux, les objectifs et les mesures prises, une série d'acquis indéniables.
Ce programme doit être réalisé avec l'appui actif des travailleurs. Il prend en compte la capacité de production des industries manufacturières et leur modernisation, ce qui touche 3,4 millions de travailleurs directement, l'emploi dans l'industrie de la machine-outil, le solde des échanges extérieurs. Tenant compte des mutations technologiques, il se propose notamment d'augmenter de 16.000 unités notre parc de machines-outils à commande numérique (celui-ci était de 10.000 M.O.C.M. en 1982), de multiplier par 4 les M.O. cata logues à C.N. d'ici 1985, ce qui correspond à un taux dc croissance annuelle de 6 %. (Les M.O. conventionnelles subiraient une légère décroissance et les M.0. lourdes seraient stationnaires). Le programme vise à produire français, diminuant le taux de pénétration étrangère en passant en particulier de 60 % en 1980 à 30 % en 1984 pour les tours à C.N., de 70 % à 35 % pour les centres d'usinage.

Il tend à augmenter le taux d'exportation et envisage des mesures négociées et législatives de protection du marché intérieur, surtout vis-à-vis du Japon.

L'effort de recherche collective passera de 10 MF à 100 MF à l'issue du programme, celui d'innovation et de développement des entre prises sera de 130 MF par an alors qu'il était de 40 MF.

Comme condition du succès, il met en avant la restructuration de l'industrie des composants en vue de couvrir les besoins nationaux et d'obtenir un gain de productivité de 30 %. Un effort important de conception porte sur les centres d'usinage et le renouvellement des autres machines-outils, la modernisation de l'outil industriel et des réseaux commerciaux, un soutien sélectif de la demande française.

Il préconise la constitution d'entités compétitives. Au début, les commandes publiques doivent jouer un rôle pilote en même temps que les contrats d'entreprise et les mesures hors contrat d'entreprise. De 1982 à 1984, l'objectif est un concours public total de 3.763 MF, des achats du secteur public portant sur 1.650 MF, l'utilisation des ressources propres des entreprises et un financement bancaire de 1.850 MF.

Un effort de formation important sera fait en ce qui concerne les ingénieurs et techniciens la formation permanente.

Il y aura constitution de pôles régionaux de développement.

L'application de ces mesures dans le cadre d'un plan réajustable comportant 9 thèmes prioritaires sur trois ans, serait un atout important pour la maitrise de notre industrie de la machine-outil et pour la reconstitution du tissu industriel national, pour des possibilités nouvelles de coopération internationale.
Globalement, on peut retenir que le programme a pour but de développer l'industrie française de la M.O. et s'inscrit dans la perspective d'un essor de la robotique. Il présente deux volets essentiels :

- M.O. proprement dites (en insistant sur les M.O.C.M. et les cellules flexibles),
- composantes (commande numérique, automates programmables, variateurs, capteurs, dispositifs d'automatisation tels que changeurs d'outil), avec l'idée de maîtriser ce domaine pour s'équiper en robots et en machines programmables.

Dans un délai de 3 à 5 ans, il se propose de doubler le chiffre d'affaires (d'ici 1985), de reconquérir le marché national en le faisant passer de 35 à 70 %, d'augmenter les exportations passant de 20 à 40 % de la production.

Les machines-outils de haute technologie visées en priorité sont :
— **les machines-outils lourdes** (aléseuses - fraiseuses, tours de grandes dimensions)
— **les machines catalogues suivantes**

pour l'enlèvement de métal :
• les fraiseuses à commande numérique,
• les tours à commande numérique,
• les centres d'usinage,
• les rectifieuses

pour le formage
• les presses plieuses à commande numérique, les cisailleuses à commande numérique et diverses autres machines catalogues dans le formage (voir **tableau 13**).

Neuf thèmes d'action sont prévus pour l'ensemble de la M.O.

1. **Restructuration** de l'industrie française de la machine-outil impliquant les principales entreprises du secteur (25 à 30) dans le cadre **d'une quinzaine de contrats d'entreprises** (**tableau 14**).
2. Structuration de l'industrie nationale des principaux **composants** (commande numérique, variateurs, moteurs de broche et d'avance, etc.) facilitant des rapprochements ultérieurs avec des sociétés étrangères (**tableau 15**).
3. Lancement d'un programme **d'innovation** technologique dans le domaine des machines et de la production automatisée, prévoyant le renforcement de la recherche collective par la constitution de **trois pôles technologiques nationaux**

d'une taille suffisante, et la diffusion de leurs résultats facilitée auprès des sociétés de construction.

4. Politique de **formation** d'ingénieurs et de techniciens supérieurs spécialistes de l'automatisation de la production et de reconversion d'une partie des personnels des sociétés de machines-outils aux nouvelles qualifications imposées par la transition technologique et industrielle.
5. **Stimulation du marché** intérieur pour les machines-outils à commande numérique, accompagnée d'une reconquête de celui-ci par les constructeurs français.
6. **Politique active de commandes publiques** (Education Nationale, A.F.P.A., Arsenaux), orientée vers les matériels de haute technologie et le lancement de nouveaux produits. Objectif auquel s'ajoute la préoccupation de soutenir en 1982 la conjoncture qui ne s'annonce pas très favorable. Cette politique correspond par ailleurs au souci de former les futurs personnels de l'industrie sur des équipements modernes.
7. Adoption d'une politique visant à limiter les **importations** japonaises de machines à commande numérique.
8. Mesures destinées à consolider les **fonds propres** des entreprises.
9. Dispositions propres à favoriser les **exportations**.

Les affaires prévues ou en cours dans la robotique industrielle figurent au **tableau 16**.
Les pôles technologiques nationaux à vocation de recherche et d'enseignement seraient (voir **tableau 12** pour la situation en 1982) ;
- C.E.R.M.O. - E.N.S.A.M. : conception des machines ;
- A.D.E.P.A. : développement technologique, extraction et formalisation industrielle du savoir-faire technologique des grands organismes publics et privés (R.N.U.R., Peugeot, S.N.I.A.S., etc.)
- l'E.N.S.E.T., le C.E.T.I.M. et les centres techniques seraient concernés.

VI — LA SITUATION INDUSTRIELLE

Les entreprises de production de machines-outils sont indiquées par secteur dans le tableau 17. Les principaux constructeurs de robots ont été cités au tableau 7.

1) ETAT DU PROJET GOUVERNEMENTAL

Quelle est la situation début 1983 ?
— 15 contrats entreprise-ministère sont obtenus (Thème 1) ;
— les commandes de l'Education Nationale sont passées (thème 6) ;
— les restructurations sont en cours, certaines sont réalisées (thème 1).

• Création de M.F.L. (Machines françaises lourdes), capital 35 % I.D.I., le reste étant détenu par 9 groupes en majorité nationalisées- clients : SNECMA, SNIAS, USINOR, SACILOR, Creusot-Loire, Alsthom, Renault, PSA. Deux filiales : Berthiez Sémo (tournage lourd), Liné Forest, T.M.1. (Fraisage lourd).

• Mise en place de CGMO (Compagnie Générale de Machine-Outil), capital 51 % Suez, 49 % CIT Alcatel (Centres d'usinages, ateliers flexibles, tours, fraiseuses). Regroupe trois entreprises filiales : Graffenstaden, Huré, H.E.S. qui pose problème pour l'intégrer avec sa filiale Toyada.
• Projet d'une société à majorité IDI (grosses presses).
• Rapprochement : Gendron - constructions de Clichy (Renault) ; rectifieuses ; Cazeneuve RAMO : tour ; Alcea - Gambin : fraiseuses.
Des difficultés se présentent comme en témoignent les luttes chez Dufour, Berthiez, Languepin. On recense environ 1.700 suppressions d'emplois ; causes principales :
— faiblesse de l'investissement productif,
— attitude du patronat de la machine-outil qui cherche avant tout à drainer les fonds publics et fait prévaloir les critères de rentabilité,
— entreprises nationalisées ne jouant pas encore leur rôle d'entraînement.

2) INITIATIVES REGIONALES

Parallèlement aux réalisations d'origine gouvernementales se développent des initiatives régionales. A notre connaissance deux initiatives importantes existent.

- **Le « Centre Régional des Techniques Avancées »** dans la région Rhône-Alpes. Le projet de centre a été présenté par : la ville de Vénissieux, le Comité Local de l'emploi de Vénissieux, l'Agence d'urbanisme de la Courly, le pôle régional pour l'automatisation avancée et la robotique, INSA, IERA « Economie des changements technologiques » de l'Université de Lyon II.
  Le centre proposé a un triple objet de formation, de recherche et d'information.

Formation : elle complèterait celle de conception et de mise en place des matériels, reçue par les ingénieurs surtout, en développant trois aspects concernant tous les travailleurs :
— compréhension et maîtrise des automatismes proprement dits, automates programmables, manipulateurs, robots, etc.
— compréhension et maîtrise des techniques de base de l'automatisation : pneumatique, hydraulique, électronique, informatique, etc.
— approche et compréhension du système de production notions d'analyse de la valeur de technologie de groupe, de gestion de production, méthode de l'ordonnancement, etc. ;
— approche et compréhension des aspects économiques et sociaux de l'automatisation : ergonomie, conditions de travail, sécurité, etc.

Recherches : formes d'organisation des systèmes de production à mettre en place, compte tenu des matériels disponibles et du type de formation que les utilisateurs ont pu recevoir.

Information : Elle concernerait en particulier
— « Information grand public » : vulgarisation, journées portes ouvertes, expositions, conférences,
— Information assistance » pour les chefs d'entreprises, de service, les comités d'entreprises,
— Documentation, pour les chercheurs,

L'investissement demandé (rapport de mai 1982) est de 60 MF. Les besoins de fonctionnement seraient de 8,5 MF (par an ?). Une évaluation plus précise (octobre 1982) donne 8,24 MF pour l'équipement et 2,13 pour le fonctionnement.

La mise au point du projet s'est faite avec, en plus des organismes nationaux et régionaux, des groupements patronaux, des organisations syndicales.

La population concernée par les activités de ce centre déborde largement les directeurs d'entreprises et gestionnaires professionnels.
Le CERTA veut y associer (rapport d'octobre 1982)
— les travailleurs dotés d'une expérience professionnelle certaine ;
— les jeunes dotés d'une formation initiale insuffisante ;
— des jeunes en cours de scolarité.
Il semble que ce projet ait reçu l'accord des pouvoirs publics.

• **Le « Centre Régional de la Machine-Outil »** pour la région Ile-de-France, qui se propose des actions dans les différents domaines d'activité : commercial, conception, fabrication, formation, financement.
Ce projet est moins avancé que le précédent.
Les rencontres régionales pour la machine-outil ont eu lieu le 5 février 1983 entre représentants régionaux, nationaux, patronaux, de comités d'entreprises en vue de mieux définir les objectifs «lu centre, proposé par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis.

QUELQUES REMARQUES, QUESTIONS ET SUGGESTIONS POUR CONCLURE

Les grands groupes industriels français susceptibles, d'après la mission robotique, d'être opératifs en matière de robotique sont Renault, avec sa filiale A.C.M.A., Matra, C.G.E., C.E.A.

— **Renault**, le plus important, fabrique essentiellement des robots pour l'automobile. Une de ses caractéristiques est de fabriquer des voitures à l'étranger qui sont ensuite réimportées en partie par la France avec tous les inconvénients que cela comporte[12]. Dans quelle mesure la stratégie du groupe est-elle analogue en matière de robotique ? Si c'est le cas, il faut redresser la situation. Cela ne peut se faire d'un coup. Mais la technologie existe. Y a-t-il des transferts possibles des technologies de l'automobile vers d'autres Secteurs ? Certainement.
Au vu des restructurations en cours, il semble que la participation de Renault soit bien timide. Le groupe n'a probablement pas remis en cause sa stratégie mondialiste.

— **Matra, C.G.E., C.E.A.** sont importants. Mais il semble que C.G.E. surtout soit en mesure de jouer un grand rôle du fait de sa taille et de son pluralisme technologique.
Un leader nationalisé ne pourrait-il pas résulter d'un accord comprenant Renault et C.G.E. ? Avec une nouvelle stratégie basée sur une production en France. Une association avec un groupe informatique s'impose également (C.M.B. ou I.B.M. ? ou tes deux ?).

[12] cf. l'article de Roger Sylvain dans Economie et Politique, Mars 1983

Plusieurs conditions doivent être réunies pour que la robotique française se développe :
— les domaines technologiques qui l'alimentent (**tableau 4**) : Informatique, Electronique, Mécanique, Electrotechnique, Pneumatique, Hydraulique, Optique ;
— les lieux de production susceptibles de s'alimenter en robots, ce qui suppose des investissements, la modernisation de l'industrie, l'achat en France ;
— la mise au point progressive de machines-outils plus perfectionnées constituant une base indispensable au développement de la robotique et de l'automation, ce qui passe par :

- la fabrication de machines-outils performantes,
- l'utilisation de ces machines-outils par l'industrie ;

— un changement de stratégie des groupes, y compris nationalisés, et de firmes de moindre importance.

Le programme gouvernemental va dans le bon sens, mais les difficultés rencontrées témoignent de l'effort qui reste à faire, notamment en ce qui concerne le rôle d'entraînement du secteur nationalisé.
En conclusion, une association basée sur Renault et la C.G.E., et un groupe informatique, s'entourant d'entreprises à haute technologie : S.N.I.A.S., Dassault, Thomson... de P.M.E. et d'entreprises privées choisies pour la qualité de leur production, pourrait être stimulante. Une mise en commun des efforts de recherche, avec le C.N.R.S. et le C.E.A. notamment, permettrait l'accompagnement scientifique de l'opération.

Peuvent suivre, sur cette base, des accords avec des firmes étrangères pour la fabrication (pas pour l'importation !).

En ce qui concerne la machine-outil et la robotique, le programme gouvernemental est assez satisfaisant sur les machines lourdes à commande numérique. Il l'est moins sur les **machines catalogue**.
J 'idée est que dans 15 à 20 ans, ça sera démodé et qu'il suffit d'en acheter à l'extérieur. Est-ce juste ? Certainement pas si on a l'idée d'un développement technologique progressif, le souci de l'emploi, de la formation.

— Les composants, c'est important, mais on a besoin de **systèmes de conception française**.

Le logiciel, on en a la maîtrise mais que faire avec des éléments qui viennent de partout ?
— On a la technologie nécessaire, mais le problème est de fabriquer en France. Exemple : laser et laser de puissance qu'on sait faire à la C.G.E.
— Développer la machine-outil et la robotique, pas seulement pour l'exportation, cela signifie se poser le problème de la pénétration dans l'ensemble de l'industrie manufacturière. C'est une condition essentielle pour rattraper notre retard (des centres tels que celui de l'Ile-de-France, en projet, peuvent jouer un rôle).
A ce sujet, il n'est pas juste d'évaluer nos besoins à la vue des seuls chiffres du marché intérieur actuel.

Une stratégie industrielle d'ensemble s'impose :
— le secteur militaire, partiellement à haute technologie, peut jouer un rôle dans les transferts vers le secteur civil. Plusieurs entreprises travaillent essentiellement pour le domaine militaire et peuvent diversifier leur production ;

— les processus continus ne doivent pas être oubliés. Même si la révolution technologique y est plus ancienne. Son extension se poursuit. Le tableau 2 montre l'intervention du secteur de fabrication de machines-outils pour les industries alimentaire, chimique, textiles, du papier, des matières plastiques ;
— en ce qui concerne les processus discontinus, le programme gouvernemental n'évoque que les machines-outils à métaux. Des propositions sont à faire pour d'autres secteurs ;
— les progrès technologiques considérables de l'industrie automobile doivent profiter aux autres domaines, notamment en matière de robotique et d'ateliers flexibles (l'aéronautique joue un rôle important également) ;
— des centres régionaux comme celui de Vénissieux devraient être développés, des centres nationaux de formation créés, associant formation scientifique, technique, ergonomique, etc. et ouverts large ment aux travailleurs de l'ouvrier à l'ingénieur. C'est aujourd'hui une nécessité (comme cela le fut après 1789 pour les grandes écoles dans un tout autre contexte socio-économique) ;
— enfin le développement démocratique, en particulier dans le secteur productif nationalisé, devrait être entrepris plus résolument.

Il est significatif que cette question essentielle soit pratiquement absente des rapports officiels. Or c'est bien d'elle que dépendent de nombreux blocages dans la productivité, la satisfaction des aspirations de notre temps : travailler autrement, participer à la gestion, pour une autre conception de la culture.

ANNEXES :

Glossaire

Tableaux

Références bibliographiques

GLOSSAIRE

Atelier automatisé flexible Atelier piloté en temps réel par un ordinateur : son objectif est d'optimiser l'utilisation des machines, de réduire au maximum 1es encours et d'accélérer le passage des pièces à travers l'atelier.

Automate programmable Matériel de traitement de l'information pour contrôler les processus industriels.

C.A.O. Conception assistée sur ordinateur.

Centre d'usinage Machines à commande numérique complétées par un dispositif permettant le changement d'outils automatique et par un dispositif d'alimentation permettant le montage et le démontage d'une pièce pendant que la machine usine une autre pièce.

C.F.A.O. Conception et fabrication assistées sur ordinateur.

DA.O. Dessin assisté sur ordinateur.

Logiciel Programme établi par l'entreprise permettant aux matériels de fonctionner.

Manipulateur Outil simple constitué d'un bras terminé par un organe de préhension il transporte des charges relativement faibles et possède 3 ou 4 degrés de liberté. Ses seules possibilités de réglage sont limitées à l'amplitude et à la vite des mouvements.

Microprocesseur Composant électronique élémentaire présenté dans un boîtier de toute petite taille il est programmable et est capable de remplir les fonctions de l'unité de commande et de l'unité de traitement (processeur) d'un ordinateur classique, mais doit être complété par des mémoires et des matériels d'entrée/sortie pour devenir un ordinateur.

M.O.CN. Machine-outil à commande numérique.

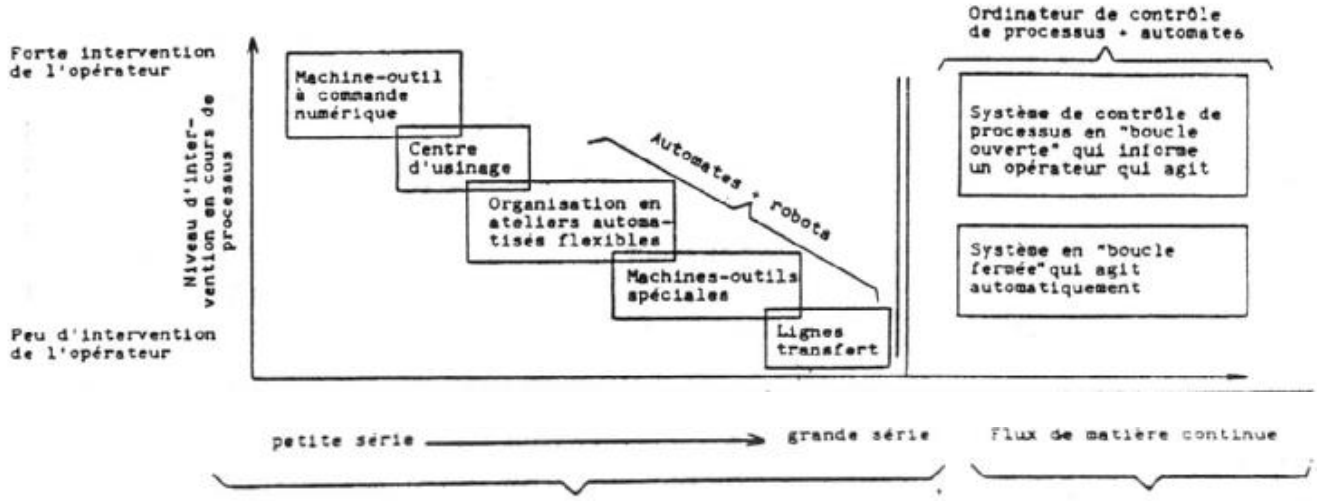
Progiciel Programme acheté « tout fait » è l'extérieur.

Robot Pour les spécialistes de la robotique industrielle, « le robot est une machine caractérisée par l'action sur l'environnement (cc qui implique la manipulation d'objets), l'automaticité partielle ou totale, la polyvalence (tâches diverses), l'adaptativité qui lui offre la possibilité de réaliser une tâche dans un environnement variable». Dans la pratique, la notion de « robot » apparaît quand il s'agit de désigner des matériels de manipulation ou de manutention plus ou moins automatiques, avec des possibilités de remplacer l'homme.

(Source : rapport Lafargues)

Tableau 1

LES GRANDES FAMILLES DE MATERIELS
POUR LA PRODUCTION AUTOMATISEE



	Processus discontinus	processus continus
Principales opérations à automatiser	- opérations de transformation (usinage, formage) - opérations d'assemblage (soudage, montage, conditionnement - opérations de déplacement (manutention, alimentation de machine)	- Saisie d'informations - réglage de débit, de vitesse, de température
Principaux secteurs	industries manufacturières mécanique générale, aéronautique, automobile industrie électrique et électronique, fonderie	Pétrochimie Sidérurgie Agro-alimentaire. Energie

Tableau 2

DEFINITION ET IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE DE LA MACHINE OUTIL EN FRANCE

Dans la nomenclature d'activités et de produits, N.A.P. 1973, ce secteur se trouve au niveau 100 à la rubrique 23 : « Fabrications de machines-outils ».

Il se décompose en cinq groupes, au niveau 600 : 2301 à 2305.

Dans une acception plus large on peut leur adjoindre trois groupes supplémentaires :

2409 : fabrication de machines pour les industries alimentaires, chimiques, plastiques et de machines à chaussures.

2410 : fabrication de machines pour les industries textiles et de machines à coudre industrielles.

2411 : fabrication de machines pour les industries du papier carton et arts graphiques.

Le tableau suivant donne l'effectif salarié moyen en 1978 pour chacun de ces groupes.

Effectif salarié de la Machine-Outil (sens large) en 1978

N° N.A.P.	ACTIVITES ECONOMIQUES	EFFECTIF 1978
2301	Fabrication de machines-outils à métaux	20 588
2302	" de machines à bois	4 564
2303	" d'outillage, outils pour machines	27 126
2304	" d'engrenages et organes de transmis.	12 018
2305	" de matériel de soudage	8 197
23	Fabrication de Machines-Outils "2301, 2302...2305"	72 493
2409	Fab. de machines pour les indus. alim., chim....	34 154
2410	Fab. de machines pour les industries textiles...	12 598
2411	Fab. de machines pour les industries du papier...	6 393
TOTAL	23 + 2409 + 2410 + 2411 =	125 638

soit environ 7 % de l'effectif du secteur bien d'équipement (U05)

Source : Supplément au C.F. n° 653 du 31-7-81

Tableau 3

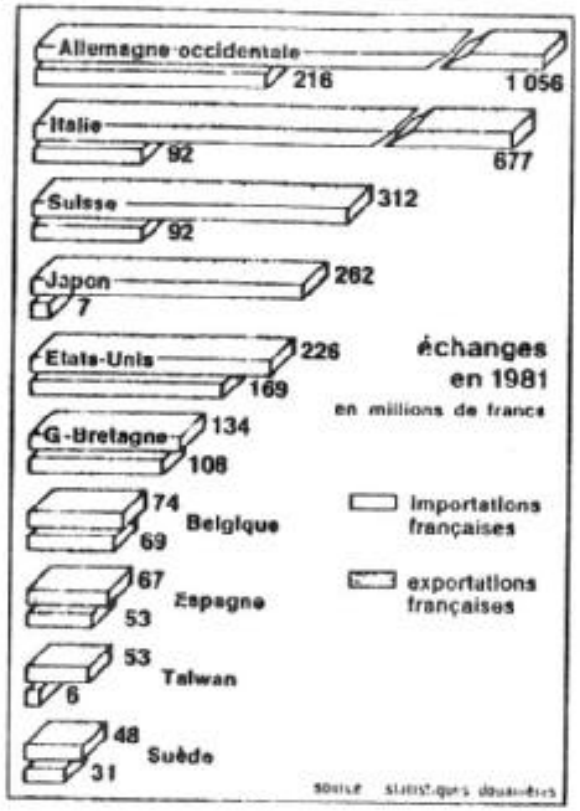
Machine-outil

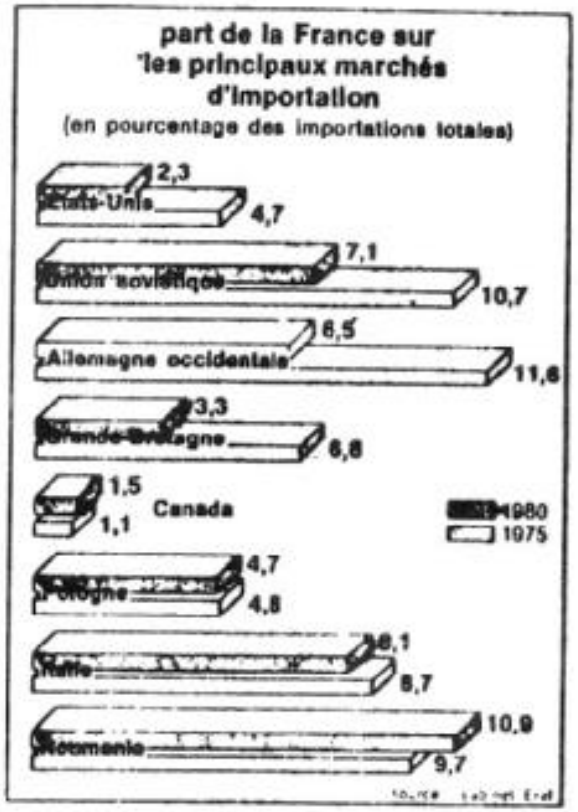
Production (en millions de dollars) en 1981

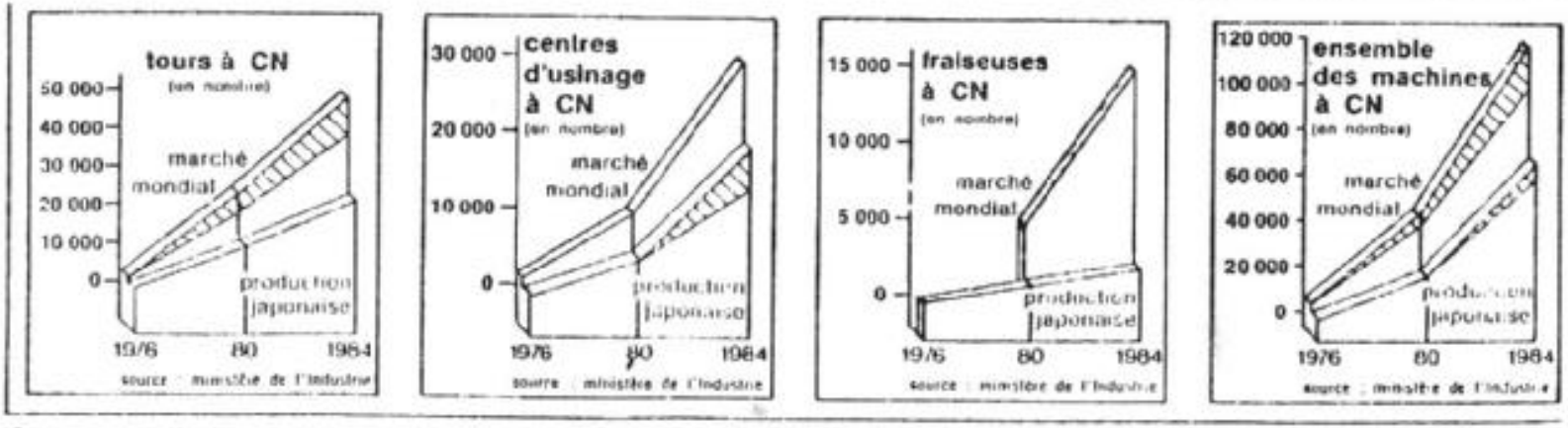
Etats-Unis	5 150
Japon	4 860
Allemagne de l'Ouest	4 030
Union soviétique	3 220
Italie	1 410
Grande-Bretagne	910
France	**818**
Suisse	609
Allemagne de l'Est	761
Roumanie	602
Chine	440
Tchécoslovaquie	336
Espagne	327
Brésil	319
Pologne	310
Yougoslavie	271

Source : American Machinist

24582







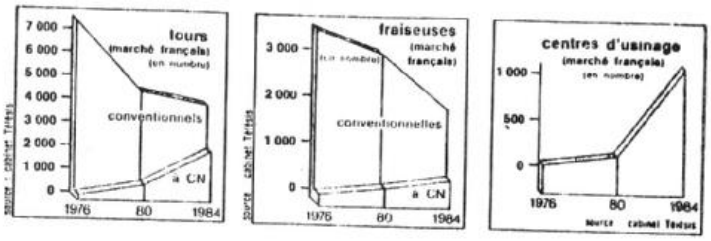
Source : « l'usine nouvelle », n° 24, 10 juin 1982

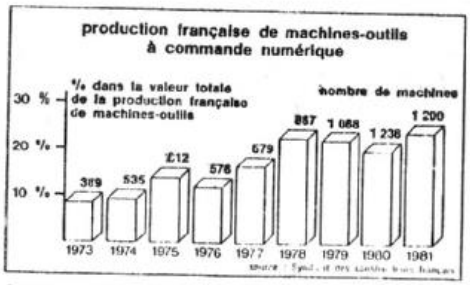
Tableau 3 bis

machine-outil à commande numérique

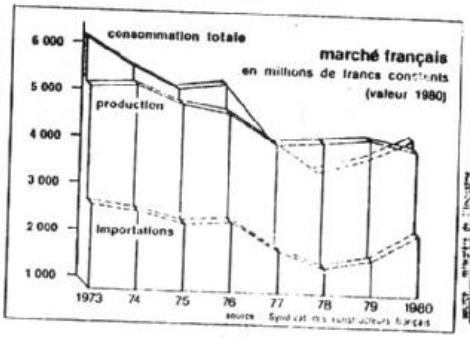
Principaux constructeurs mondiaux de tours à CN en 1980	
Morisuiki (Japon)	3 000
Okuma (Japon)	2 400
Yamasaki (Japon	2 160
Ikegai (Japon)	1 560
Gildemeister (RFA)	600
Warner and Swasey (Etats-Unis)	520
Pontiggia (Italie)	500
Index (Suisse)	400
Leblond (Etats-Unis)	360
Cincinnati (Etats-Unis)	355
Ernault-Somua (France)	300
SMT (Suède)	250
Jones and Lawson (Etats-Unis)	220
Monarch (Etats-Unis)	180

Source : ministère de l'Industrie





Source : « l'usine nouvelle », n° 24, 10 juin 1982



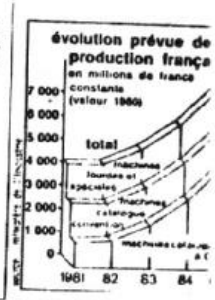
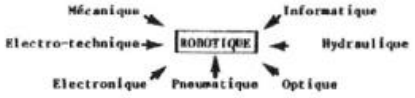


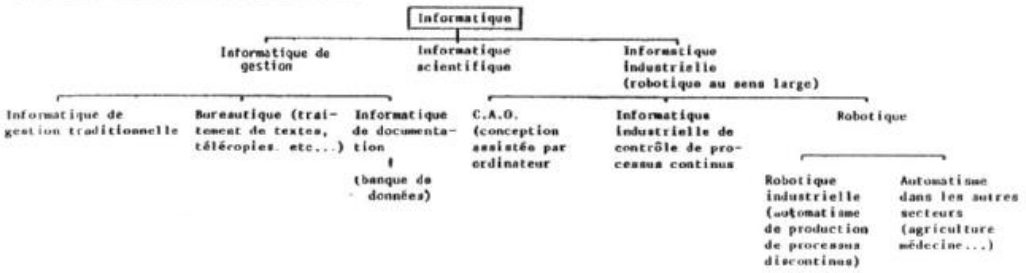
Tableau 4

5.11 - Composantes de la robotique

La robotique est une technique de plus en plus individualisée qui intègre des connaissances venant de beaucoup d'autres technologies : l'objectif de la robotique n'est pas de traiter seulement l'information (informatique) mais d'agir plus sur le flux de production que sur l'opération élémentaire de fabrication.



Liaison de l'Informatique avec la robotique



Source : L'utilisation de la robotique dans la production
Rapport au Conseil
économique et social
24 février 1982.

Y. LASFARGUE

Tableau 5

L'organisation du travail avec les machines-outils h commande numérique (MOCN)

Deux grands critères permettent de distinguer les systèmes d'organisation mis en place à l'occasion de l'implantation des M.O.C.N. Il s'agit du rôle de l'opérateur et de la division du travail entre opérateur et bureau des méthodes et de la connexion ou la non-connexion de la M.O.C.N. à un système centralisé.

Les variantes dans l'organisation du rôle de l'opérateur de M.O.C.N.

On trouve trois types d'organisation du poste de travail :

1er type : Le programme est établi par le bureau des méthodes (avec ou sans système de CFAO), l'opérateur a pour rôle de monter les outils, monter et démonter les pièces, surveiller la marche de la ma chine (ou des 2 ou 3 M.0.C.N. dont il est responsable). Conclusion : opérateur peu qualifié.

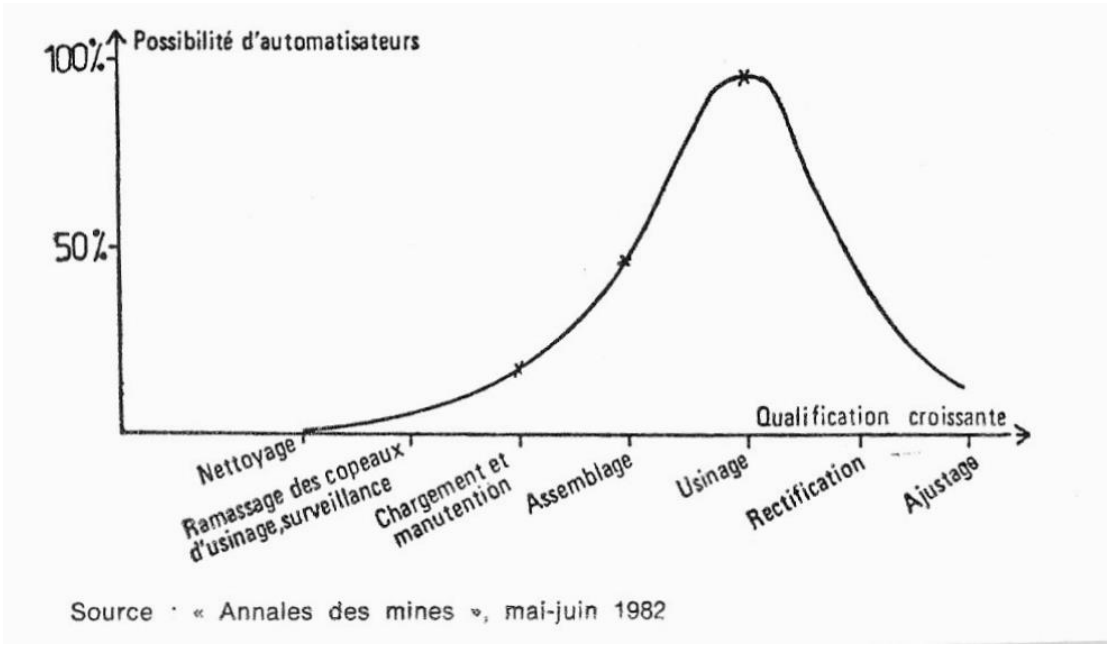
Aujourd'hui, la majorité des entreprises semble s'orienter vers ce type d'organisation. Aussi, Renault, a-t-il créé la qualification P2 C.C.U.A. (conducteur confirmé d'unité automatisée) qui est un poste assez peu qualifié malgré le niveau P2.

2ème type : Le programme est établi par le bureau des méthodes. L'opérateur, outre les fonctions du 1er type, a la formation et les possibilités pour intervenir sur le programme, en vue de l'adapter à des modifications de pièces ou en vue de l'optimiser : opérateur qualifié.

3ème type : Le programme est établi et modifié par l'opérateur de la M.O.C.N. : celui-ci est un opérateur qualifié (non plus pour son « tour de main », mais pour sa maîtrise de la programmation et de la M.O.C.N.. Certaines entreprises ont essayé avec succès une telle remise en cause de la division traditionnelle du travail (ex. Leroy Sommer).

On voit donc que la qualification des postes de travail dépend non pas de la machine, mais du système d'organisation mis en place.

Le passage du 1er type d'organisation au 3ème type d'organisation est un des enjeux fondamentaux de l'organisation du travail des postes automatisés dans les prochaines années.



Source : « Annales des mines », mai-juin 1982

6.4 - ELEMENTS PREVISIONNELS ET STATISTIQUES DE L'INDUSTRIE DU ROBOT

6.41 - MARCHE MONDIAL

Année	Marché mondial
78	45
79	68
85	214
90	700

(en millions de US dollars)

6.42 - PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS

ETRANGER			
CONSTRUCTEURS	ANNEE DE CREATION	PARC INSTALLE	CA MF 81
. UNIMATION	62	4000	300
. ASEA	74	1500	250
. KAWASAKI	68	700	200
. TRALLFA	69	900	150
. CINCINATTI	75	500	200
. YASKAWA-ELECTRIC	78	500	180
. STAR SEIKI	72	800	68

Nota : Unimation représente 10 fois le plus gros constructeur français.

6.43 - SITUATION MONDIALE

Pays	Production annuelle (1)	Production cumulée (1)	Production cumulée H de G >150 kF (2)	Valeur moyenne en kF	Valeur annuelle MF	Valeur cumulée en MF	Effectif construisant les robots
JAPON (40 % du marché mondial) (30 constructeurs)	11 000	43 000	4 750	70 kF	780 MF	2 600 MF	3 750
USA (30 % du marché mondial) (Unimation 75 % marché US) (US 30 % du marché européen)	8 130	19 000	3 800	120 kF	980 MF	2 300 MF	3 420
EUROPE 30 % du marché mondial	5 377	17 275	4 517	142 kF	753 MF	2 457 MF	5 319
SCANDINAVIE 50 % du marché européen	560	2 060	1 600	340 kF	190 MF	680 MF	700
FRANCE	1 037	3815	687	180 kF	188 MF	304 MF	838
MONDE	24 507	79 275	13 067	102 kF	2 512 MF	6 357 MF	12 489

(1) En nombre de robots
(2) H de G signifiant Haut de Gamme. Prix supérieur à 150 kF. Classification japonaise probablement C + D + E

Source : T. Lucotte et D. Leroux, « Les robots, stratégie industrielle ».

6.5. PENETRATION DE LA ROBOTIQUE DANS LES DIFFERENTS SECTEURS DES INDUSTRIES MANUFACTUREES

% du parc > 4 %

Industries	Nombre d'emplois en %	% du parc de robots	
		1980	1990
Alimentation/boissons	3.7	Négligeable *	2-3 %
Charbon, pétrole, chimie	2.4	*	
Metallurgie	1.2	*	28 %
Transformation de métaux	1.2	9 %	
Mécanique	4.7	8 %	
Transformation de métaux (semi-ouvrés)	2 à 3	1 à 2 %	19 %
Instrumentation	.7	Négligeable	
Industrie électrique	2.1	6 %	
Electronique	1.7	5 %	
Construction navale	.9	Négligeable	38 %
Automobile	2.7	58 %	
Aérospatiale	.8	1 %	
Cycle, motocycle autres transports	.9	2 %	
Outillage manuel léger	.5	< 1 %	12 à 13 %
Textile, cuir, confection	5.2	Négligeable	
Céramique, matériaux	1.4	5 %	
Bois et ameublement	1.3	> 1 %	
Papier et imprimerie	2.7	Négligeable	
Caoutchouc, plastique	1.3	4 %	
Autres industries de transformation	0.5	Négligeable	

* Pourcentage d'emplois des secteurs considérés rapporté à la population active des secteurs industriels.
Tableau établi à partir d'informations Diebold.

Source : « Rapport de la mission robotique »

Les robots et manipulateurs

Tableau 7 bis

CONSTRUCTEURS FRANÇAIS

Entreprises	Types de robots	CA robots 1980 (en MF courants)	Effectif pour les robots	Part du marché (1)	
				Français	Étranger
RENAULT	Tous types	50	60	20 %	Très faible (4 %)
LANGUEPIN	Soudure à l'arc	7	25	n.d.	Très faible (4 %)
A.F.M.A.-Robotique	Manipulateurs	12	25	12 %	Très faible (4 %)
A.K.R.	Peinture	6	30	Faible	Très faible (4 %)
SORMEL	Manipulateurs	8	30	10 %	4 %
CLIMAX-FRANCE (2)	Manipulateurs	16	60	25 %	Très faible
C.S.E.E.	Manipulateurs lourds	20	100	30 %	n.d.
S.C.E.N.I. (3)	Assemblage	–	55	–	–
G.E.C.	Chariots automatiques	10	60	30 %	Très faible

(1) Marché sur le créneau occupé.
(2) Doublement de l'activité en 1981 (600 manipulateurs contre 300 en 1980).
(3) Prototype en cours de réalisation.

Source : Ministère de l'Industrie – Décembre 1981.

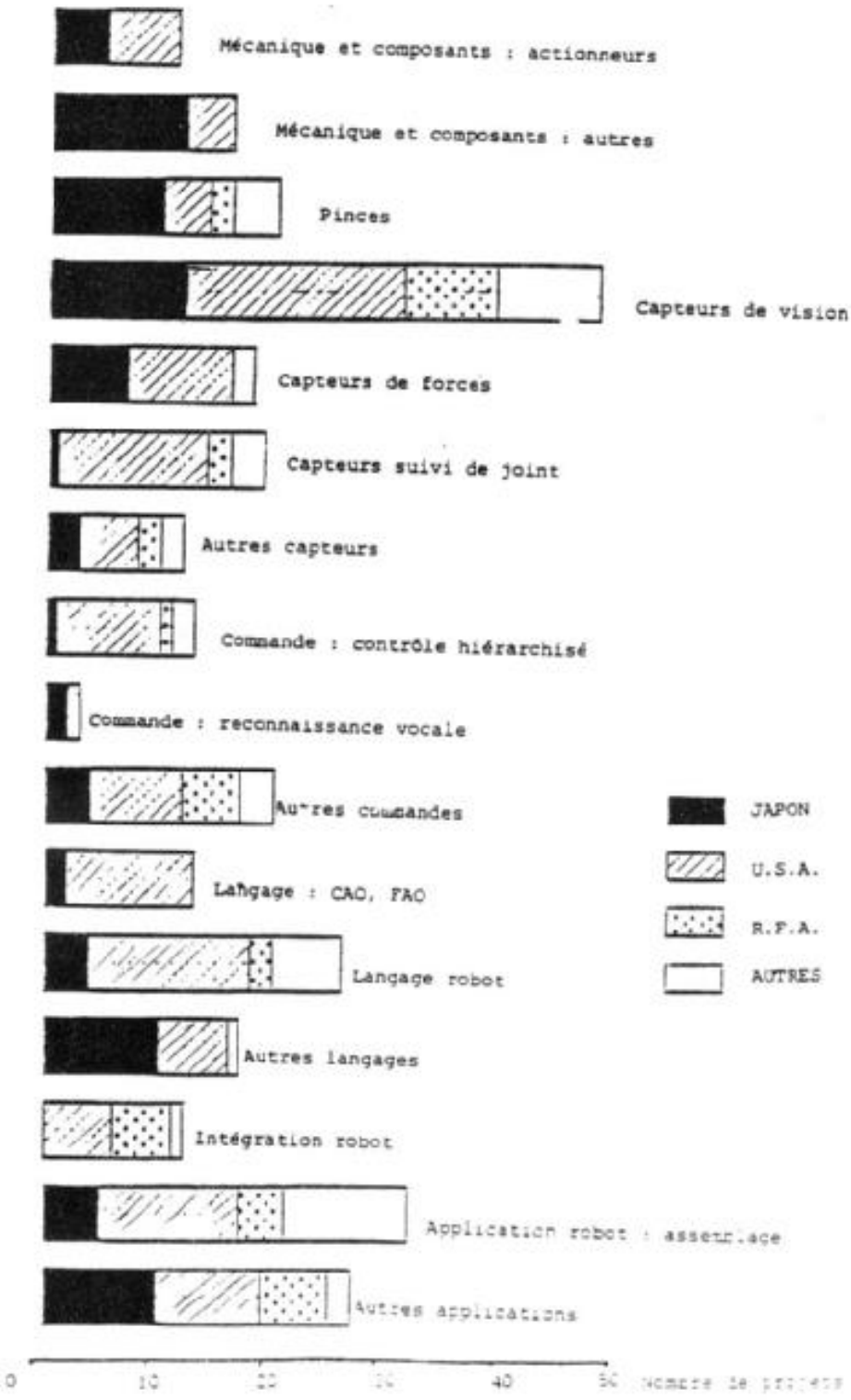
CONSTRUCTEURS ÉTRANGERS

Entreprises	Pays	Types de robots	C.A. en robots (MF)	Effectif pour les robots	Part des Français	Marchés européens
CINCINNATI	U.S.A.	Tous types	150	–	–	1 %
UNIMATION	U.S.A.	Tous types	200	–	25-30 %	23 %
FANUC	JAPON	Robots de manutention	350	300	–	1 %
STAR-SEIKI	JAPON	Manipulateurs	300	250	–	–
KAWASAKI	JAPON	Soudage par point	300	–	–	–
A.S.E.A.	SUÈDE	Tous types	100	300	5-10 %	12 %
TRALLFA	NORVÈGE	Peinture	45	100	15-20 %	22 %
WOLKSWAGEN	R.F.A.	Tous types	75	–	–	12 %
KUKA	R.F.A	Soudure à l'arc	30	60	–	–

Source : Rapport Lasfargue

Tableau 9

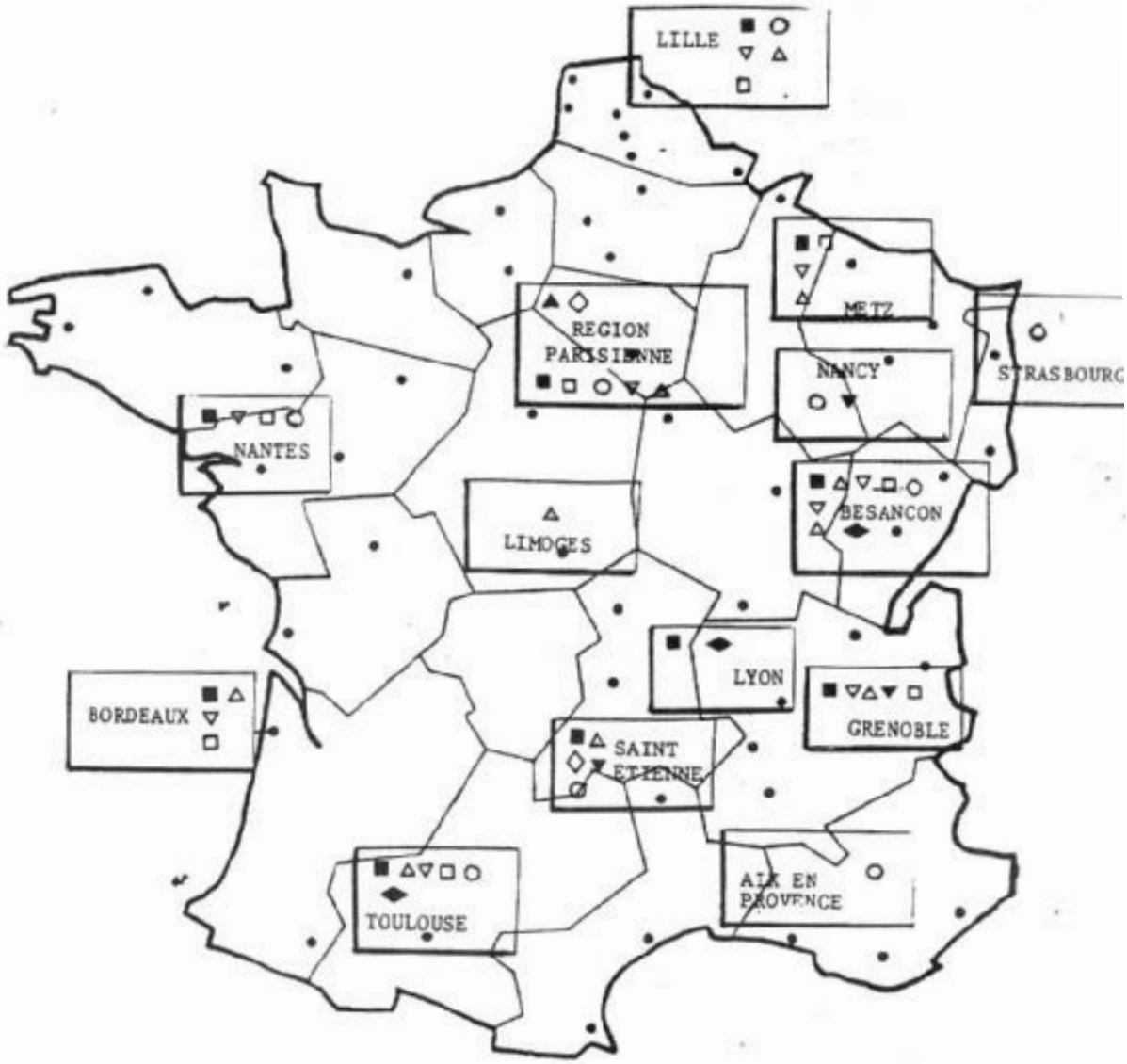
6.13 - NOMBRE DE PROJETS DE R.&D. EN ROBOTIQUE PAR THEMES ET PAR PAYS



Source : « Rapport de la mission robotique »

Tableau 10

6.14 CARTE DES POLES ET DES CENTRES REGIONAUX DE ROBOTIQUE



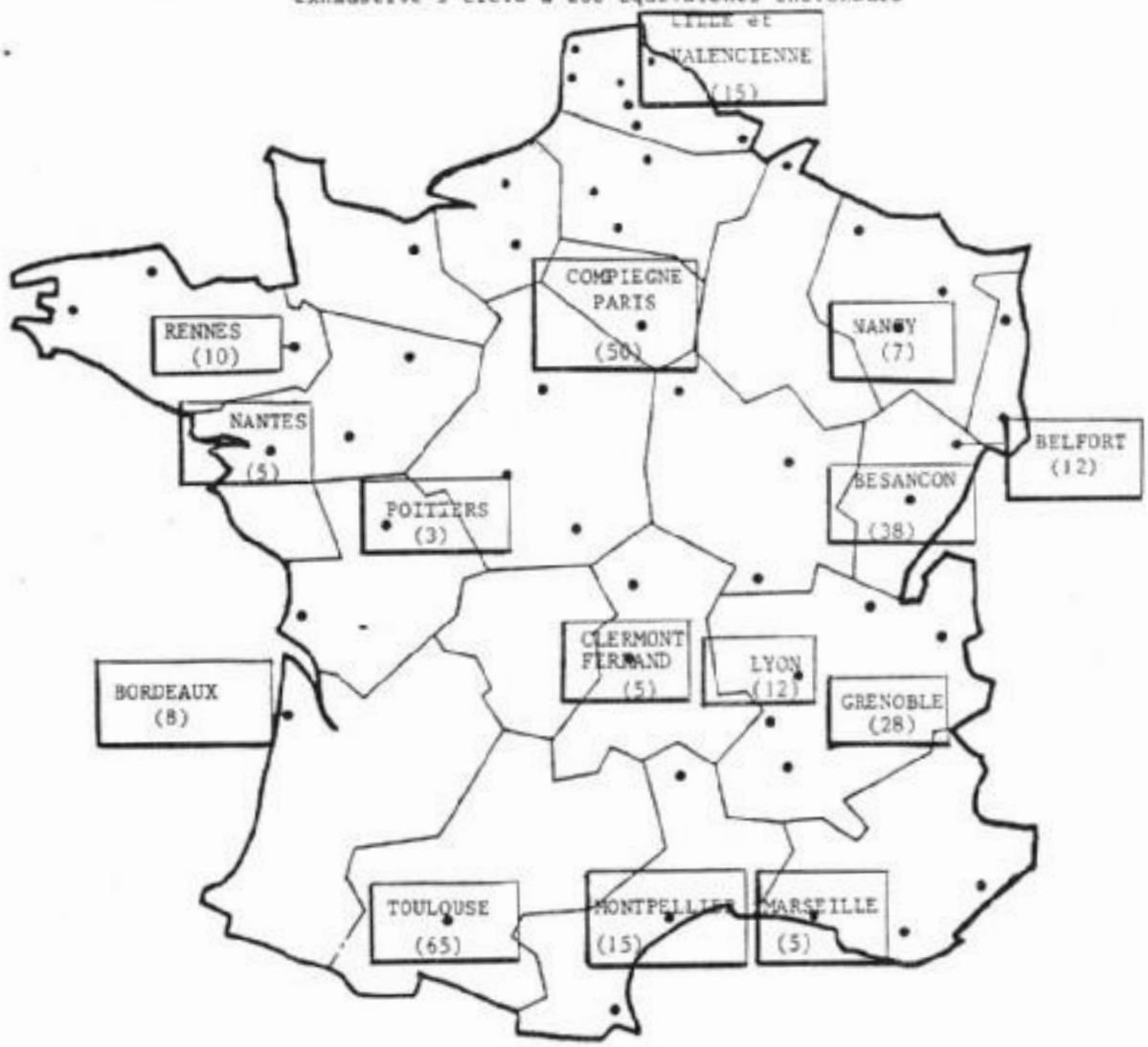
■ Centres existants
▲ Centres en cours de formation ou proposition de création
△ Industriels
▽ Laboratoires publics
◆ Ecoles d'ingénieurs (avec option robotique)
▼ Centre technique
○ Antenne technique ADEPA(implantée ou en cours d'implantation)
◇ Centre spécialisé en machine outil (Seine-St Denis, St Etienne)
◘ Action de formation

Source : « Rapport de la mission robotique »

Tableau 11

6.15 CARTE DES PRINCIPAUX LABORATOIRES DE RECHERCHE PUBLIQUE EN ROBOTIQUE

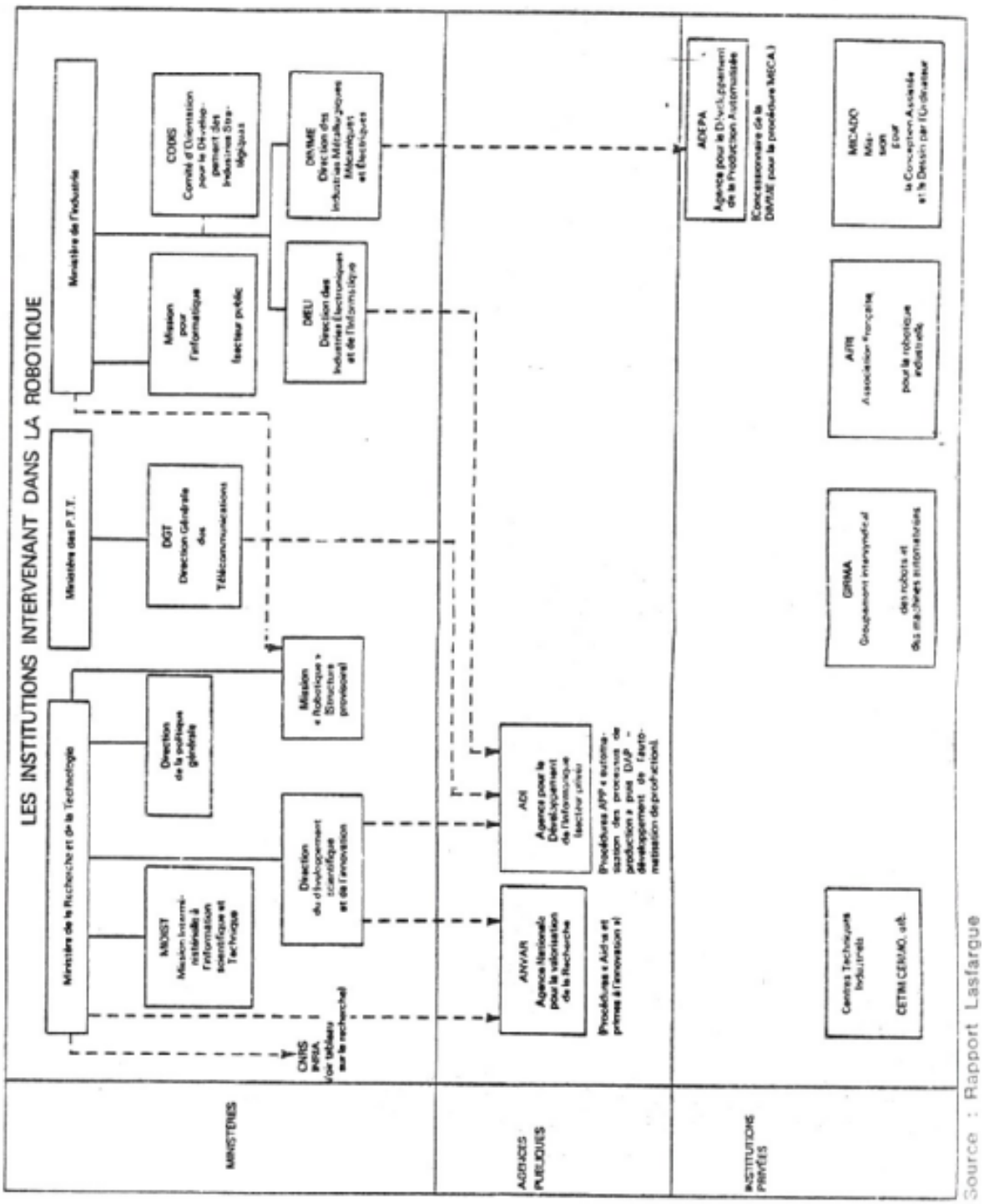
Remarque: L'effectif total qui a été recensé de manière non exhaustive s'élève à 280 équivalents chercheurs



(X) Effectifs en équivalent chercheur à plein temps

Source : « Rapport de la mission robotique »

Tableau 12



Source : Rapport Lasfargue

LA RECHERCHE PUBLIQUE EN ROBOTIQUE

CERT (Toulouse). Toulouse.
Projet SOLARIS (usine pilote robotisée dans l'espace)

Service Technique d'Équipement de Protection et de Dosimétrie (STEPD)

Téléopérations

Robot VIRGULE (mobile «radio-actif»)
Robot MERITE (Tuyau)
Robot PIADE (Démantèlement)
Robot MIRR (Inspection des réacteurs)
Robot MA 23 (télémanipulateur)
Robot MAM (Mains aux murs)
Robot MA 23 OCEANO (- 6000 m)
Véhicule PLAZ (- 6000 m, ramassage de modules)

Ces 2 organismes aident à la fois des actions de Recherche et de mise. Développement (voir tableau sur les Aides publiques).

Automatisation des systèmes. Traitement des données. Dialogue (hommes/machines)

Robot SPARTACUS (pour handicapés)

Section 2 : Informatique, automatique et analyse de systèmes

LAAS (Toulouse)
(robot HILARE)
IRISA (Rennes)
LAM (Montpellier)
LAIM (Marseille)
LPM (Orsay)
V 103 (Montpellier)
Irisarm
LAB (Besançon)
LAI (Insa-Lyon)
LMA (Besançon)
LMEC (Chatenay)
LMP Poitiers
LTS (Centrale Lyon)
LAN (Nantes)
LIMSI (Orsay)
LAG (Grenoble)
LITP (Paris 7)
etc.

P. Sabatier (Toulouse)
Compiègne
Bordeaux
etc.

ENSEEINT Toulouse
ENSAM (A et M)
ENSMP (Mines de Paris)
INPL (Nancy)
ESIEE
ENSEM (Nancy)
Centrale Lyon
IMAG (Grenoble)
INSA (Lyon)
etc

Remarques

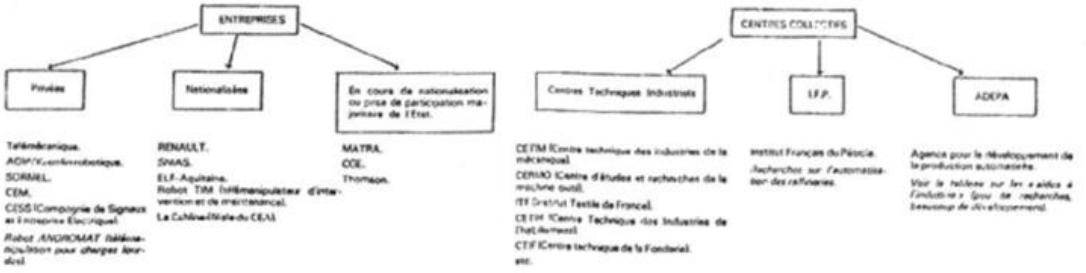
- Les recherches en robotique représentent l'équivalent de 250 à 300 chercheurs.
- La fonction de la politique générale au Ministère de la Recherche (que ne figure pas dans ce schéma) finance une grande partie de toutes ces recherches car elle recouvre les anciennes attributions de la D.G.R.S.T.
- La plupart des laboratoires de recherches participent au projet ARA (Automatismes et robotiques avancées), qui représente environ le 1/3 des recherches françaises.
- Sur le plan géographique 4 pôles importants pour la robotique : Toulouse, Grenoble, Montpellier et Besançon.

Source : Rapport Lasfargue

Tableau 12 bis

Tableau 12 ter

LES PRINCIPAUX CENTRES DE RECHERCHES SUR LA ROBOTIQUE DANS L'INDUSTRIE



Remarques :

- Le centre de recherches Renault qui regroupe environ 90 personnes représente 50 % de la recherche industrielle sur les robots et les automatismes.
- Les centres de recherches industriels participent au projet ARA.

Source : Rapport Lasfargue

Tableau 13

EVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES DU SECTEUR

(en millions de francs constants)

	1981	1982	1983	1984	1985
Chiffre d'affaires des machines-outils à commandes numériques	1.100	1.200	1.900	3.050	4.600
Chiffre d'affaires des machines conventionnelles	1.500	1.400	1.400	1.350	1.300
Chiffre d'affaires des machines-outils lourdes et spéciales	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Chiffre d'affaires total	4.100	4.100	4.800	5.900	7.400

DEVELOPPEMENT DU MARCHE INTERIEUR DES MACHINES A COMMANDE NUMERIQUE

(croissance annuelle de 45% du parc de machines-outils)

en unités

	1981	1982	1983	1984	1985
Total M.O.C.N (croissance annuelle)	2.000	2.100	2.880	4.175	5.500
Tours	1.000	1.000	1.340	1.800	2.400
C.U	250	350	550	1.100	1.500
Fraiseuses	250	250	380	590	750
Divers CN	500	500	610	735	900

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 13 bis

SUR LES PRINCIPALES MACHINES-OUTILS CATALOGUES

	1980	1981	1982	1983	1984
TOURS A COMMANDE NUMERIQUE					
-taux de pénétration étrangère	60%	55%	45%	35%	30%
-marché pris par les industriels français	320	450	550	871	1260
-taux d'export	30%	30%	35%	42%	50%
-production française	450	640	850	1500	2520
CENTRES D'USINAGE					
-taux de pénétration étrangère	80%	65%	60%	45%	35%
-marché pris par les industriels français	75	130	220	605	975
-taux d'export	0%	10%	15%	25%	30%
-production française	75	145	260	800	1.400

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 14

CONTRATS D'ENTREPRISE ENVISAGES AVEC L'AIDE DES POUVOIRS PUBLICS DANS LE DOMAINE DES MACHINESCATALOGUES DE FORMAGE

SOCIETES	CARACTERISTIQUES	GAMME ACTUELLE	GAMME EN 1984	PROBLEMES
PROMECAM	CA = 210 MF Effectif : 750	-presses plieuses -machines à cisailler -matériels de grenaillage	Mêmes produits	Actionnariat : parts indépendantes
MANURHIN	CA =190 MF Effectif : 720	-tours de décolletage à CN ou à cames -presses plieuses / machines à cisailler	Tours de décolletage à CN	Retrait de la fabrication des presses plieuses (voir tableau)
COLLY	CA = 90 MF Effectif : 300	-presses plieuses	Mêmes produits	
BOMBLED-PICOT	CA = 65 MF Effectif : 300	-machines à cisailler, poinçonner , rouler , etc...		

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 14 bis

OPERATIONS ENVISAGEES AVEC LES POUVOIRS PUBLICS DANS LE DOMAINE DES MACHINES LOURDES ET SPECIALES

SOCIETES	CARACTERISTIQUES	GAMME ACTUELLE	GAMME EN 1984	PROBLEMES
TMI (Capdenac)	CA :150 MF Ef : 450	Aléseuses Fraiseuses	Harmonisation des gammes	.Reprise par TMI de Liné (350 pers. seulement)
LINE (Albert)	CA : 150-200 MF Ef : 700 Pertes : ~30 MF	Aléseuses-Fraiseuses		
BERTHIEZ	CA : 120 MF Ef : 400 Pertes : ~45 MF	Gros tours verticaux	Tours horizontaux et verticaux	.Reprise du fonds de commerce de BERTHIEZ et 100 personnes par Liné - St Etienne .Reconversion de Givors à la charge de la SNECMA .Actionnariat à trouver pour St Etienne
LINE (St Etienne)	CA : 120 MF Ef : 700 Pertes : ~70MF	Gros tours horizontaux et divers		
INTERTEC	CA : 50 MF Ef : 80	Aléseuses-Fraiseuses	Aléseuses - Fraiseuses	
ROUCHAUD	CA : 50 MF Ef : 250	Machines spéciales de fraisage	Harmonisation des gammes	Création d'un holding
CLEMENT	CA : 30 MF Ef : 150	Machines spéciales		
MAVILOR	CA : 25-30 MF Ef : 120	Machines spéciales		

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 15

CONTRATS D'ENTREPRISE ENVISAGES DANS L'IMMEDIAT DANS LE DOMAINE DES COMPOSANTS

SOCIETE	CARACTERISTIQUES	GAMME ACTUELLE	PROBLEMES
NUM SA LEROY-SOMER	CA : 45 MF Eff : 90	Commandes numériques variateurs Moteurs de broche et d'avance	Accord commercial entre NUM SA et LEROY-SOMER

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 16

ROBOTIQUE INDUSTRIELLE

I . AFFAIRE APPROUVEE PAR LE COMITE DE GESTION (ateliers flexibles)

Entreprise	Activité	Description succinte du projet	Montant de l'investissement	Aide de l'Etat équivalent subvention H.T
Automatique Industrielle (PSA-SG2-RP-PUK)	Ingénierie en automatisation de la production	Ateliers flexibles chez Citroën Meudon (usinage de carters de moteurs)	32,3	8,1
SAGEM	Ingénierie en automatisation de la production	Ateliers flexibles à la SNIAS Bourges pour l'usinage de corps de missiles	25,7	5,48
OPTIA	Ingénierie en automatisation de la production	Automatisation d'industrie du meuble à Hayetman	1,4	0,7
CFC	Manutention	Développement de l'activité chariots automatiques	62	23,3
PRODEL	Lignes flexibles d'assemblage	Développement d'un système dit "transfert libre"	4,6	2,6

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 16 bis

ROBOTIQUE INDUSTRIELLE

(chiffres provisoires : estimations selon les dossiers en cours)

II. AFFAIRES EN COURS D'INSTRUCTION

A) Développement de l'offre

Entreprise	Activité	Description succinte du projet	Montant de l'investissement	Aide de l'Etat (équivalent subv.)
RENAULT	Automatisation de la production	R et D , investissements productifs et commerciaux en robots , systèmes de commande ...	1.075 MF	200
TELEMECANIQUE (hors AFMA robots)	Commande de puissance automates programmables , assemblage automatique		500 MF	100
SCEMI	Assemblage automatique machine spéciale	Développement d'un robot d'assemblage haut de gamme	52 MF	9,3
AKR (AOIP-Kremlin)	Robots industriels	Robot de peinture	30 MF	3,5
AFMA-ROBOTS	Robots industriels	Mise au point d'une gamme de robots de chargement-déchargement de machines-outils	52 MF	5
FRANCE-EUROMATIC	Robots et machines d'assemblage	Manipulateurs et robots d'assemblage bas de gamme	20 MF	4
TREFILERIES de COMMERCY	Equipement de soudage	Robots de soudage à l'arc	10 MF	1,2
Autres(CGMS,ALLIBERT,SCHLUMBERGER, CEA,ARO,LANGUEPIN, SORMEL,THIMON)	Robots et machines		+ 200 MF	+ 40

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 16 ter

B) OPERATIONS PILOTES

Entreprise	Activité	Description succinte du projet	Montant de l'investissement (MF 81)	Aide de l'Etat (équivalent subvention)
POTAIN-POCLAIN-MATERIEL et SODFIEG-IAI	Grues mobiles	Atelier flexible d'assemblage des flèches téléscopiques	10	2
THOMSON-CSF		Ateliers flexibles (insertion de composant électronique)	8	0,8
VALEO	Automobiles	Automatisation , dont 4 ateliers flexibles	100 (1)	20
RESSORT INDUSTRIE	Automobile	Ligne flexible pour la fabrication de lame-ressort	60	nd
MESSIER-HISPANO	Aéronautique	Ligne flexible d'usinage de pièces de freins de roues	22	4
CAMERON IRON WORKS	Equipements pétroliers	Atelier flexible d'usinage	35	nd
Autres (estimations)		Automatisation de la production	800	- 150
Total (arrondi)			1.000	175
Total I+II			3.000	545

(1) Le plan de financement prévoit pour la période 1981-1983 , 450 MF d'investissement dont 100 MF pour l'automatisation .

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 16 quar

C) PROJETS DIVERS

Entreprise	Activité	Description succinte du projet	Montant de l'investissement	Aide de l'Etat
ENSET,ENSAM,ADEPA	Enseignement	Cellules flexibles	17,4	11,2 (1)
Animation régionale		Alsace , Rhône-Alpes	10	(50%)
Total			27,4	

(1) dont 6,4 mf susceptibles d'être financés par les EPR (Fonds Régionaux)

Source : Rapport D.I.M.M.E.

Tableau 17

PRINCIPALES ENTREPRISES DU SECTEUR REPARTIES PAR SEGMENT

1. MACHINES CATALOGUES	.Tours	.HES,SIM,CAZENEUVE,RAMO,MANURHIN,SCULFO,MULLER et PESANT, SUPEMEC,GRAFFENSTADEN
	.Fraiseuses, Aléseuses	.HURE,VERNIER,GAMBIN,ALCERA,DUFOUR,HES,WIRTH et GRUFFAT
	.Centres d'usinage	.LINE,GRAFFENSTADEN,TMI,SAGEM,HES,GSP
	.Rectifieuses	.GENDRON(LINE),CONSTRUCTION de CLICHY (RESIT,MICROREX, MILLION,SUPEMEC)
	.Presses plieuses et à découper	.PROMECAM,SAGITA (MANURHIN),PERROT,COLLY
	.Machines à cisailler	.PROMECAM,SAGITA(MANURHIN)?BOMBLED-PICOT
2. MACHINES-OUTILS LOURDES	.Aléseuses-fraiseuses	.LINE,GRAFFENSTADEN,TMI
	.Gros tours	.BERTHIER,LINE
	.Grosses presses	.SPIERTZ,BLISS,BRET,ACB
3. MACHINES SPECIALES		.RENAULT M.O,CITROEN INDUSTRIE,ROUCHAUD,MAVILOR,PROFEL, ACB,CROUZET,SORMEL,POLYMECANIQUE,WIRTH et GRUFFAT ,DUBUS

Source : Rapport D.I.M.M.E.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 — « Rapport de la mission robotique », juin 1982, M.R.T.

2 — « Machine-outil », propositions de la F.T.M.-C.G.T. Supplément au CF. n° 653 du 31.7.81.

3 — « L'informatique et ses conséquences sur l'emploi dans l'industrie pétrolière », document de réflexion C.G.T., Comité de coordination du groupe Total.

4 — « L'automatisation de la production et la robotique », Annales des Mines, N° 5-6, Mai-Juin 1982.

5 — Edouard CHAUNY, Jean LOJKINE « Exigences autogestionnaires de l'automation en France » La Pensée n° 224, Novembre-Décembre 1981.

6— Pierre MORVILLE « Equipes semi-autonomes : pas forcément plus cher », L'usine nouvelle, n° 19, 6 mai 1982.

7 — Maurice NAJMAN « L'imagination technologique des cégétistes d'ELF », Libération, 19 mai 1982.

8 — Etude sur les filières technologiques, CC. Juillet-Août 1981.

9 — « Robots : Le jeu de la France ». Le Nouvel Economiste n° 340 7/6/82.

10 — « Peugeot la révolution tranquille de la robotique », Les Echos, 3/5/ 82.

11 — Dossier, L'Usine nouvelle n° 24, 10 juin 1982.

12 — Dossier, L'Usine nouvelle n° 35, 17 juin 1982.

13 — Rapport présenté au nom du Conseil économique et social par Monsieur Yves LASFARGUE, 2 avril 1982.

14 — D.IM.M.E. Programme de développement de l'industrie française de la machine-outil, 1982.

15 — Projet du Centre régional des techniques avancées — Vénissieux Mai 1982.

16 — Ibidem — Premier phase expérimentale — Octobre 1982.

17 — Rencontres régionales pour la machine-outil, Paris, 5 février 1983, Rapport de Jean-Louis MONS, Président du Conseil Général de la Seine-Saint-Denis.

18 — Michel FERRAND, « La Machine-outil, un secteur stratégique 'o. Economie et Politique, Mars 1983, N° 71, pages 53 à 56.

19 — « Les hommes et les robots en U.R.S.S. » Léonid KOREMEV, Sovietskaja panorama, 22.2.83.

20 — « Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France », Institut de France, (Académie des sciences). La Documentation Française, septembre 1980.