



HAL
open science

Formation des enseignants et étude didactique de l'enseignant

Annie Bessot

► **To cite this version:**

Annie Bessot (Dir.). Formation des enseignants et étude didactique de l'enseignant: Actes de la journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti. 2002. hal-01528050

HAL Id: hal-01528050

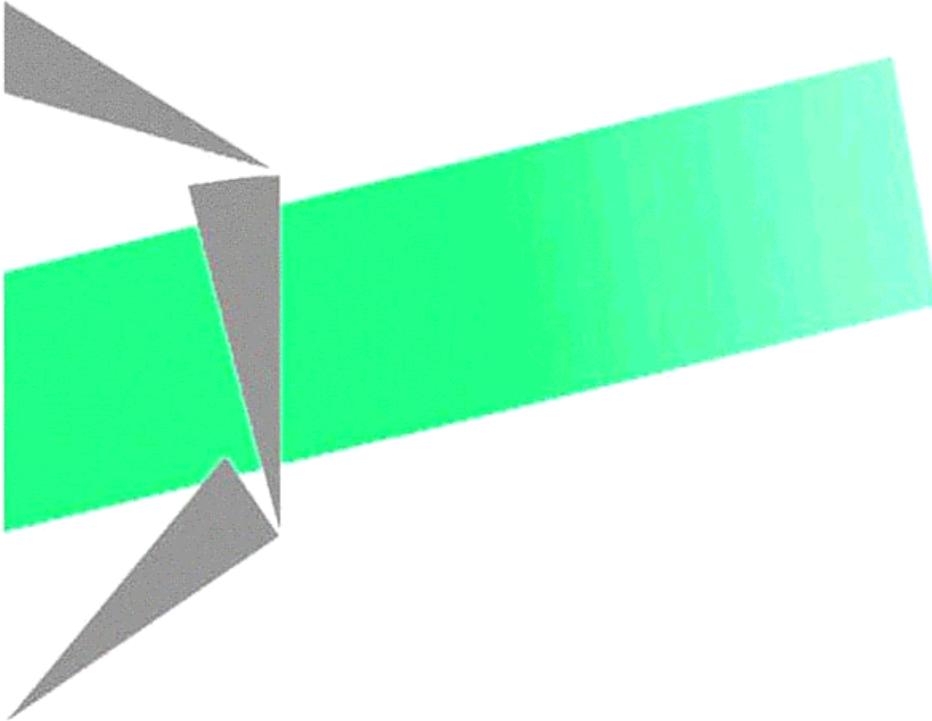
<https://hal.science/hal-01528050>

Submitted on 1 Jun 2017

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.

Les cahiers du laboratoire Leibniz



« Formation des enseignants et étude
didactique de l'enseignant »

(Actes de la journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti)
Edité par A. BESSOT

Laboratoire Leibniz-IMAG, 46 av. Félix Viallet, 38000 GRENOBLE, France -
ISSN : 1298-020X

n° 53

Juin 2002

Site internet : <http://www-leibniz.imag.fr/LesCahiers/>

FORMATION DES ENSEIGNANTS ET ETUDE DIDACTIQUE DE L'ENSEIGNANT

Journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti

Laboratoire Leibniz, CNRS-INPG-UJF
Institut Universitaire de Formation des Maîtres de Grenoble,
Département de Formation des Enseignants de l'Université Joseph Fourier

SOMMAIRE

La prise en compte de l'enseignant dans la théorie des champs conceptuels <i>Gérard Vergnaud</i>	3
Les retombées de l'enseignement au Laos et au Viêt-nam en sociolinguistique et didactique. Pour une sociodidactique de la langue ? Plus que jamais ! <i>Marielle Rispaïl</i>	21
Retombées des recherches sur la formation des enseignants au Viêt-nam <i>Annie Bessot</i>	29
À la recherche d'une modélisation de l'enseignant. Brève histoire de dix ans de réflexion sur la question de l'enseignant et de la modélisation de ses pratiques ou L'évolution d'une problématique, en relation avec le développement des avancées théoriques de la didactique des mathématiques <i>Claude Comiti</i>	37
Émergence de recherches en didactique de l'EPS à Grenoble <i>Richard Refuggi et Joëlle Aubert</i>	59
La situation Florex : une situation adidactique pour l'apprentissage de la cladistique en CM2 <i>Patricia Marzin, Éric Triquet, Bruno Gombaz</i>	65
Savoirs mathématiques et institutionnalisation des savoirs professionnels <i>Annie Bessot, Madeleine Eberhard, Sylvain Déprez</i>	83

LA PRISE EN COMPTE DE L'ENSEIGNANT DANS LA THEORIE DES CHAMPS CONCEPTUELS

GÉRARD VERGNAUD

Laboratoire Cognition et Activités Finalisées, Université Paris 8

L'intérêt pour le travail des enseignants est un phénomène relativement nouveau dans la communauté des chercheurs en didactique. Cela s'est fait assez naturellement à partir du moment où l'on s'intéressait à l'activité en classe, d'abord celle des élèves, puis celle du maître dans la foulée. D'autre part, la didactique professionnelle s'est développée à partir des années 85-90. Après avoir abordé en premier lieu des métiers de l'industrie, elle s'est intéressée à d'autres professions, notamment à la profession d'enseignant.

Pour soutenir mon propos, je dirai, pour commencer, que l'enseignant prend des décisions avec une fréquence très élevée, et que ses décisions dépendent de ses représentations, lesquelles concernent de nombreux aspects :

- . les finalités de l'enseignement et le rôle de médiation de l'école et du maître ;
- . les savoirs mathématiques et la relation à ces savoirs ;
- . les situations proposées aux élèves ;
- . les élèves eux-mêmes avec leurs caractéristiques personnelles ;
- . l'apprentissage ;
- . le contrat didactique, etc. .

Pourquoi commencer par cette énumération banale ? parce que je souhaite insister sur le rôle décisif de la représentation dans l'organisation de l'activité ; de l'activité du maître comme de celle des élèves ; plus généralement, de l'activité de tout un chacun dans sa vie professionnelle et dans sa vie quotidienne. Pour marquer cette insistance, je conclurai

mon exposé de ce matin par une analyse théorique du concept de représentation un peu plus élaborée que celle qu'on trouve habituellement dans la littérature¹.

Le couple théorique situation/schème

L'enseignant est un médiateur, mais pour saisir les fonctions de ses actes de médiation, le chercheur doit considérer que le couple situation/schème est essentiel. C'est en effet la situation proposée et les formes d'activité dont elle est l'occasion du côté des élèves qui sont les principaux déterminants des représentations de l'enseignant en situation, et de ses décisions. La gestion des situations de classe et de l'activité des élèves n'est évidemment pas le seul aspect du professionnalisme des enseignants : une partie de leur activité ne se déroule pas dans la classe ni même dans le court terme ; mais l'activité en classe est essentielle, et aussi incontournable que celle du pilote d'avion au moment de l'atterrissage.

Le premier acte de médiation de l'enseignant est le choix de la situation ; ce choix dépend de sa représentation du domaine de connaissance en jeu, et de sa représentation des processus d'apprentissage dans ce domaine. C'est là que la théorie des champs conceptuels trouve son intérêt le plus direct. Je le montrerai plus loin.

Les caractéristiques possibles de l'activité des élèves ne sont pas moins essentielles que le choix des situations puisque l'enseignant doit ajuster ses interventions de la manière la plus pertinente à ses yeux par rapport aux différents événements et processus qui peuvent se produire. Je tiens donc pour décisive, au plan théorique et au plan méthodologique, d'analyser les formes d'organisation de l'activité des élèves, c'est-à-dire leurs schèmes

Un schème est une totalité dynamique fonctionnelle, une organisation stable de l'activité pour une classe de situations, et comme telle une unité quasi insécable. Mais

¹ L'occasion de faire cette analyse m'a été offerte par la découverte par Michel Récopé et Myriam Peignist d'un article de 1920 de Renault d'Allonnes consacré aux schèmes mentaux et dont, à l'évidence, Piaget s'est inspiré ; via Janet probablement ; le grand psychologue anglais Bartlett s'en est probablement inspiré également. L'article de Renault d'Allonnes est superbe, même s'il date, et même si on peut lui reprocher de ne pas saisir assez bien cette dimension essentielle du schème qu'est l'organisation de l'activité. Michel Récopé et moi avons écrit un article dans le numéro de Psychologie Française consacré au 100^{ème} anniversaire de la Société Française de Psychologie, justement pour donner du schème une analyse plus actuelle, tout en nous appuyant sur les analyses de Renault d'Allonnes, dont l'article est publié en fac-similé dans le même numéro.

cela ne nous interdit pas pour autant d'en analyser les composantes. Que ces composantes forment un tout intégré ne doit pas nous empêcher de les concevoir de manière distincte, et donc de ne pas les confondre les unes avec les autres.

Voici les quatre catégories de composantes que je trouve indispensables de distinguer :

- les buts et sous-buts que se donne l'élève, et les anticipations qui jalonnent son activité ;
- les règles d'action, de prise d'information et de contrôle qui engendrent cette activité au fur et à mesure ;
- les invariants opératoires, c'est-à-dire les concepts et les théorèmes (en acte) qui permettent de prendre et de sélectionner l'information pertinente et de la traiter ;
- les possibilités d'inférence enfin, qui sont nombreuses dans toute activité, même relativement familière.

On peut dire que les buts sont la composante intentionnelle, les règles la composante générative, les invariants opératoires la composante proprement épistémique du schème. Quant aux possibilités d'inférences, on peut les formaliser à la fois par les théorèmes-en-acte du domaine et par des principes plus généraux de la logique des prédicats, relativement moins dépendants du domaine.

Le schème n'est ni un stéréotype ni un automatisme, puisqu'il est l'instrument essentiel de l'adaptation du sujet aux situations que celui-ci rencontre, plus ou moins familières, plus ou moins nouvelles.

Si l'on entend par automatisme un processus qui se déroule inéluctablement, et de la même manière à la suite d'un certain stimulus, alors la part des automatismes dans l'activité est faible et toujours très locale. Elle ne concerne que de petits segments de l'activité. Une règle SI... ALORS... n'est pas un automatisme puisqu'elle relie les actions à des conditions. Certaines recherches utilisent des micro-électrodes implantées dans le cerveau du singe de manière à étudier le décours temporel de l'activité du cerveau dans des tâches demandant la prise d'un objet à droite ou à gauche selon qu'une lampe verte ou qu'une lampe rouge s'allume. Les résultats montrent entre autres que tout le cerveau s'embrase. Cela témoigne à mes yeux que, même dans des situations simples, on a besoin d'effectuer de nombreuses inférences.

L'utilisation du concept d'automatisme à l'école demande donc un peu de prudence. Malheureusement, il n'est pas facile d'identifier les inférences qui se produisent dans la

tête d'un élève au cours de son activité, y compris d'un raisonnement partiellement énoncé. Le maître est donc inévitablement conduit à interpréter. Ses représentations sont décisives dans la conduite de la classe.

Revenons à ses actes de médiation : il est logique de considérer qu'ils vont porter à la fois sur le choix de la situation et sur les différentes composantes des schèmes des élèves.

Le choix de la situation

Partons du concept vygotkien de zone de proche développement : « ce que l'élève peut faire avec l'aide d'autrui et qu'il ne peut pas encore faire tout seul ».

Vygotski ne dispose pas de la théorie des champs conceptuels. Il développe son point de vue à partir de l'opposition entre concepts quotidiens et concepts scientifiques. Il voit les premiers comme formés au cours de l'expérience ordinaire, ayant une portée locale, alors que les concepts scientifiques sont généraux, forment des systèmes, et sont transmis principalement par le langage et par l'institution scolaire. Si l'on ne veut pas faire d'emblée référence à la science des savants alors qu'il ne s'agit que de l'école, il vaudrait peut-être mieux parler de concepts académiques, comme le fait remarquer Brossard dans sa contribution à l'ouvrage « Avec Vygotski ». Or, les concepts académiques enseignés à l'école aussi ont une portée seulement locale, comme les concepts quotidiens, avec lesquels d'ailleurs ils entretiennent des filiations et des ruptures. Ces réseaux de relations entre concepts et compétences sont de petits systèmes, partiels et vulnérables à toutes les étapes du développement. L'opposition entre concepts quotidiens et concepts scientifiques est donc moins forte qu'il ne peut y paraître. La théorie des champs conceptuels permet de traiter les uns et les autres de manière intégrée.

Le champ conceptuel des structures additives est un bon exemple : les concepts-en-acte de cardinal et de correspondance biunvoque sont tous deux des ingrédients nécessaires du schème du dénombrement. Ce schème est développé par les jeunes enfants dans une large mesure à partir de leur expérience ordinaire, par exemple dans leur famille ; et ils forment un petit système avec les concepts d'état, de transformation, de partie et de tout, qui sont sous-jacents également aux schèmes avec lesquels les enfants comprennent et traitent les premières situations d'addition et de soustraction (dès l'âge de 5 ou 6 ans dans notre culture, pour de petits nombres). Mais le concept de nombre

renvoie aussi à d'autres situations et à d'autres concepts que celui de cardinal, dont on ne peut guère faire l'hypothèse que les enfants pourraient les construire seuls, sans l'école.

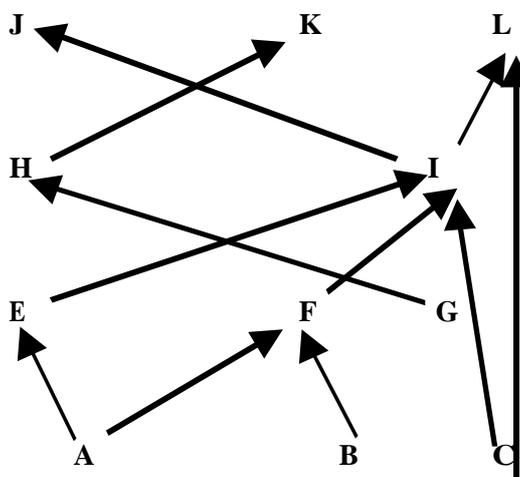
Un deuxième problème concerne le concept de ZPD (zone de proche développement) : cette ZPD change au cours du temps puisqu'elle dépend des compétences de l'enfant et qu'elle se situe à la marge des compétences déjà acquises par lui. Il faut donc avoir une vision développementale du domaine spécifique de connaissances dans lequel la ZPD prend sa place. Or, le développement ne se laisse pas analyser par une structure d'ordre total. Un modèle comme celui des stades de Piaget, qui sont organisés selon un ordre total, peut nous conduire dans l'impasse. En effet, les recherches en psychologie et en didactique montrent aujourd'hui que les compétences se développent selon une structure d'ordre partiel. On est déjà relativement satisfait quand on peut mettre en évidence ce type de régularité. Pour faire image, je dirai que l'apprentissage n'est pas une translation dans un ordre total, mais une tache d'huile dans un ordre partiel, à plusieurs dimensions.

La variété des classes de problèmes et la structure d'ordre partiel des compétences progressivement développées par les enfants compliquent inévitablement le choix des situations par l'enseignant. Sa représentation des relations de filiation et de rupture entre les différents types de schèmes et d'opérations de pensée nécessaires est évidemment essentielle. Je ne présenterai pas dans cet exposé la théorie des champs conceptuels, qui est suffisamment connue. Je me contenterai de reprendre quelques exemples particulièrement significatifs pour la didactique.

ORDRE TOTAL



ORDRE PARTIEL



Filiations et ruptures

La relation partie-partie-tout dans les structures additives ne contribue pas à faire prendre conscience aux enseignants de la variété des relations qui peuvent donner lieu à question. En effet, les deux cas de la recherche du cardinal du tout connaissant celui des deux parties (addition) et de la recherche du cardinal d'une partie connaissant le cardinal du tout et celui de l'autre partie (soustraction) expriment une correspondance si étroite entre les opérations sur les nombres et les opérations sur les ensembles qu'on a du mal à les distinguer. Alors que, dans le cas de la transformation d'un état initial en un état final, les six classes de problèmes qu'on peut identifier (recherche de l'état final, de la transformation, de l'état initial dans chacun des deux cas possibles d'augmentation ou de diminution) obligent le maître et les élèves à distinguer entre le calcul relationnel sur les états et les transformations d'une part, et d'autre part le calcul numérique sur les cardinaux et les nombres marqués d'un signe « plus » ou d'un signe « moins » indiquant les transformations. Sur les six classes de problèmes, quatre demandent une soustraction, deux seulement une addition. Ce n'est pas une mince prise de conscience.

Un deuxième exemple, toujours emprunté aux structures additives, va me permettre d'éclairer cette idée de filiation et de rupture. Prenons l'exemple de l'énoncé suivant, dans lequel je laisse deux places vides pour des informations susceptibles d'être mises à ces endroits.

Thierry a joué deux parties de billes, le matin et l'après-midi. Il ne se souvient plus de ce qui s'est passé le matin. L'après-midi, il a billes.

En recomptant ses billes, le soir, il s'aperçoit qu'il a billes.

Que s'est-il passé le matin ?

Nous sommes dans une classe de sixième. L'énoncé est au tableau. Nous complétons l'énoncé :

• Premier cas de figure

L'après-midi, il a gagné 6 billes. En tout, il en a gagné 15.

La réussite est quasi totale. La relation partie-partie-tout permet de penser le problème et de réussir.

• **Deuxième cas de figure**

L'après-midi, il a perdu 6 billes. En tout, il en a perdu 15.

La réussite est presque aussi bonne, bien qu'il s'agisse de pertes. Il n'y a que des pertes; la perte totale est plus grande que la perte de l'après-midi; il n'y a pas d'obstacle à penser le problème en termes de relation partie-partie-tout.

• **Troisième cas de figure**

L'après-midi, il a perdu 6 billes. En tout, il en a gagné 15.

Catastrophe ! Les élèves échouent massivement (moins de 15% de réussite). Il ne leur est plus possible de raisonner avec la relation partie-partie-tout. L'addition nécessaire $15 + 6$ est contre-intuitive. Soit ils refusent de répondre et invoquent l'absence d'informations sur ce que Thierry avait au départ, soit ils se contentent de traiter une partie de l'information et répondent: *Il a gagné 15 billes.* (il faut entendre « il a gagné au moins les 15 billes qu'il a gagnées en tout »).

Parmi les catégories de pensée nécessaires au traitement des problèmes d'addition et de soustraction, la relation partie-partie-tout est essentielle. Elle concerne des cardinaux, donc des nombres toujours positifs. Par glissement de sens, elle permet de traiter avec succès certains problèmes impliquant des nombres susceptibles d'être positifs ou négatifs. Filiation donc ! Mais elle ne permet pas de penser certaines relations comme celle du troisième cas de figure. Rupture donc ! Cette rupture peut être utilisée didactiquement pour introduire les nombres relatifs et les équations dans \mathbb{Z} .

Ce n'est pas le propre de la seule relation partie-partie-tout que de se prêter à des glissements de sens opportunistes, permettant de traiter des situations nouvelles.

• **Quatrième cas de figure**

L'après-midi, il a perdu 15 billes. En tout, il en a gagné 6.

Le tout étant plus petit que la partie, la relation partie-partie-tout n'est pas un moyen de penser ce nouveau problème. Par contre, la relation état initial, transformation, état final le permet : identification des billes gagnées en tout avec un état final, des billes

gagnées l'après-midi avec un état initial, et de l'inconnue avec la transformation qui permet de passer de 15 à 6. Et le tour est joué !

Ce ne sont pas les enfants seulement qui procèdent à ces glissements de sens opportunistes, c'est au contraire le moyen habituel de la pensée pour saisir des relations nouvelles. La conceptualisation plus correcte ne vient qu'ensuite, comme dans le raisonnement par analogie. Dans le choix des situations à proposer aux élèves, les enseignants utilisent ces idées de filiation et de rupture, notamment pour faire accéder progressivement les élèves à une plus grande complexité. La recherche en didactique doit pouvoir clarifier les bonnes raisons de ces pratiques, et les mettre en garde contre certaines illusions que peuvent avoir les enseignants, faute d'avoir analysé suffisamment le champ conceptuel en jeu.

D'une manière générale en outre, on peut dire que les adultes, même cultivés, ne sont pas à l'aise avec le positif et le négatif, c'est-à-dire avec les relations et les transformations qui sont représentables par des nombres relatifs. Bien que la comptabilité en partie double ait commencé à se développer en même temps que l'algèbre, les écritures comptables ne sont pas transparentes, y compris pour les élèves des grandes écoles : par exemple, il leur est difficile de comprendre pourquoi, au passif d'un bilan, on ajoute le capital, les bénéfices, les amortissements et les provisions. Ces raisons sont, au fond, algébriques. Un autre exemple est celui du changement de référentiel par translation dans un système de représentation graphique. Suzon Nadot avait écrit une jolie thèse sur cette question.

Même lorsque nous disposons d'algorithmes, ou de procédures bien calibrées et bien stabilisées, les raisons des règles à suivre nous échappent parfois. Les algorithmes sont des schèmes, dont ils forment une sous-classe importante en mathématiques. Mais la difficulté de beaucoup d'apprenants à se représenter les relations de nécessité qui relient entre elles les propriétés des règles et les propriétés des objets à traiter, les conduisent souvent à substituer des schèmes personnels à ces algorithmes; pour le meilleur et pour le pire évidemment !

En tout état de cause, l'extension des règles apprises à des cas contre intuitifs pose toujours problème. Voici un autre exemple de filiation et de rupture entre l'arithmétique et l'algèbre élémentaire : partons de l'équation simple suivante :

$$3x + 46 = 64$$

Il n'est pas très difficile de faire utiliser par les élèves de cinquième ou de quatrième l'algorithme qui conduit à la solution, et qui peut prendre l'une ou l'autre des deux versions suivantes :

Version longue	Version courte
$3x + 46 = 64$	$3x + 46 = 64$
$3x + 46 - 46 = 64 - 46$	$3x = 64 - 46 = 18$
$3x = 18$	$x = \frac{18}{3} = 6$
$\frac{3x}{3} = \frac{18}{3}$	$x = 6$

Une première remarque s'impose. Ces écritures ne sont pas l'algorithme, mais seulement les traces symboliques successives de l'application de l'algorithme à l'équation initiale. Le symbole n'est pas le concept ; il en est l'accompagnement et le support.

Plusieurs théorèmes-en-acte sont à la base de cet algorithme, notamment :

T1 - la soustraction d'un même nombre aux deux membres de l'équation conserve l'égalité.

T2 - la division par un même nombre des deux membres de l'équation conserve l'égalité.

D'autres théorèmes interviennent également :

$$+ 46 - 46 = 0 \qquad 3x + 0 = 3x \qquad 64 - 46 = 18 \quad \text{etc.,}$$

Intéressons-nous aux deux premiers théorèmes-en-acte, T1 et T2. Ils ne sont pas toujours formulés explicitement dans l'enseignement, au collège : en outre, leur véritable portée est différente de celle qui est explicitée ici.

Il faudrait, pour être complet, dire que

T'1- La soustraction d'un même nombre aux deux membres de l'équation conserve la solution de l'équation.

Cet énoncé est rarement prononcé en classe de cinquième. Moi-même, j'hésiterais à le faire (peut-être ai-je tort, dirait Marc Legrand, qui m'a donné son point de vue à ce sujet après mon exposé).

Venons-en maintenant à la question de l'extension de l'algorithme à des cas moins triviaux. Si l'algorithme est assez aisément compris et appliqué par les élèves dans le cas

de l'équation $3x + 46 = 64$, c'est parce qu'il s'appuie presque totalement sur les connaissances antérieurement acquises en arithmétique.

Voici deux cas dans lesquels beaucoup d'élèves de cinquième et de quatrième deviennent embarrassés :

$$3x + 64 = 46$$

Le tout 46 est plus petit que la partie connue 64.

Que faire ?

$$64 - 3x = 46$$

Cette équation est équivalente à la première $3x + 46 = 64$.

Mais cette fois il faut, pour avancer, ajouter $3x$ aux deux nombres de l'équation, non pas un nombre connu. Comment peut-on ajouter quelque chose qu'on ne connaît pas ?

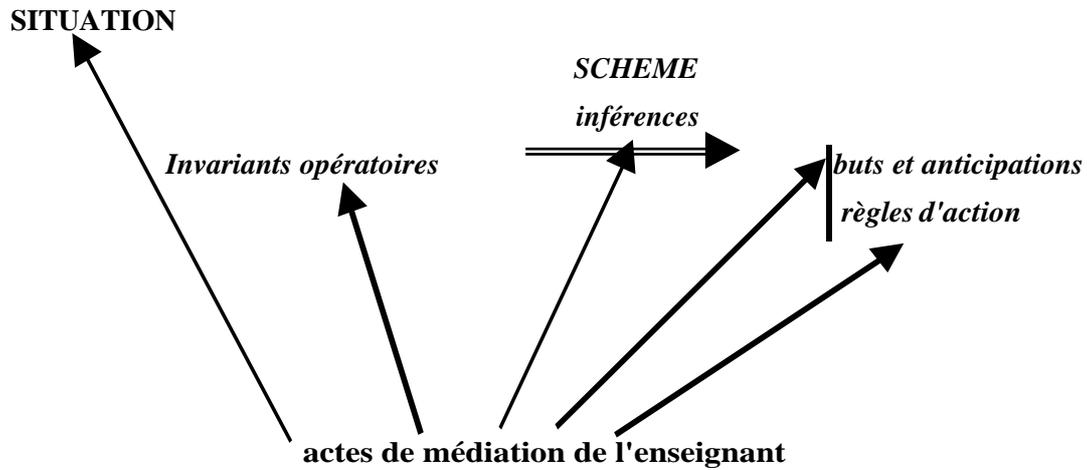
Ces difficultés sont résistantes, au point que certains élèves ne parviennent pas à entrer dans l'algèbre des relatifs. Et pourtant la rupture d'avec l'arithmétique est indispensable.

Ainsi l'algèbre à la fois s'appuie sur l'arithmétique par plusieurs aspects, et se situe en rupture avec elle, par plusieurs autres aspects, que je ne peux pas évoquer davantage ici, et qui concernent les concepts nouveaux d'équation et d'inconnue, de fonction et de variable.

Pour donner une conclusion à cette première partie de mon exposé, je dirai que la connaissance est d'abord compétence et organisation de l'activité. C'est ce que j'appelle la forme opératoire de la connaissance. Si le développement cognitif résulte de l'adaptation à des situations nouvelles par filiation et rupture, alors il faut mettre les schèmes au centre de la théorie psychologique et de la théorie didactique, parce que ce sont les schèmes qui s'adaptent, à la fois instruments et objets de l'adaptation.

Les actes de médiation des enseignants

Dans la seconde partie de cet exposé, je voudrais aborder la question des schèmes des enseignants ou, plus simplement dit, de leurs pratiques. Les deux termes ne sont pas synonymes : le statut théorique de l'un et de l'autre est très différent. J'ai donné une définition du schème, pas de la pratique.



Le travail de médiation de l'enseignant ne s'arrête évidemment pas au choix de la situation ; la mise en scène n'est rien sans le jeu de l'acteur. L'enseignant est à la fois metteur en scène et acteur. Cette analogie avec l'acteur n'est pas fortuite : une partie de l'activité de l'enseignant est simulée. Les enfants ne s'y trompent pas d'ailleurs, qui savent que l'enseignant pose des questions auxquelles il feint d'ignorer la réponse. Mais ce jeu d'acteur de l'enseignant n'est pas qu'un jeu: il a une fonction de transformation du réel, en l'occurrence les compétences et les conceptions des élèves.

La phase de dévolution est une phase décisive dans le processus de médiation, puisque la situation n'est pas d'emblée reconnue par les élèves comme un problème intéressant pour eux. Il leur est même parfois difficile de démêler parmi tous les objets, propriétés et relations présents, ce à quoi il faut prêter attention, et ce sur quoi il faut s'interroger.

Serge Zaragosa étudie les actes langagiers par lesquels l'enseignant amène les élèves au point qu'il souhaite. Ce qui est but dans la représentation du maître n'est pas nécessairement but pour l'élève. Les buts sont des composantes essentielles des schèmes; le concept de dévolution et celui de schème sont donc en prise l'un avec l'autre. Mais il ne suffit pas d'amener un vélo dans la classe pour que des élèves de CM2 s'intéressent aux rapports entre les tours de pédaliers et les tours de roue lorsqu'on change de pignon et de plateau, et pour qu'ils s'intéressent au coefficient de proportionnalité qui est constant pour un couple plateau-pignon donné, et variable pour des couples différents, avec une jolie proportion inverse lorsqu'on dénombre les dents des engrenages en jeu.

C'est une situation souvent utilisée à l'école et au collège. Encore faut-il amener les élèves aux bons questionnements et aux bonnes observations. Zaragosa a étudié cette situation avec un enseignant, qui n'en était pas à sa première tentative, et qui a dû pourtant consacrer 25 minutes à la phase de dévolution. Zaragosa a étudié d'autres situations et d'autres enseignants. Le temps de la dévolution est souvent plus bref, heureusement, mais c'est toujours un temps fort, ce qui met sérieusement en défaut l'idée que l'ingénierie des situations serait le savoir-faire essentiel des enseignants. Le problème du repérage constant, par exemple, est un sous-problème de la situation du vélo dans la classe, et donc un sous-but de l'activité des élèves. La dévolution concerne donc les sous-buts, qui sont décisifs dans l'organisation hiérarchique et séquentielle de l'activité. Pour comprendre la nécessité d'un repérage constant, il faut déjà avoir les idées assez claires sur les conditions du dénombrement des tours de pédalier et des tours de roue, ainsi que sur l'asservissement relatif des objets mécaniques entre eux. En d'autres termes, il faut des concepts-en-acte et des théorèmes-en-acte pour entrer dans le jeu que l'enseignant cherche à dévoluer. Le cognitif se niche partout.

Au-delà de Bruner et de Vygotski

Je vais vous parler maintenant de la thèse de Line Nuna, achevée déjà depuis plusieurs années, et qui va me fournir un exemple pour parler du concept de représentation.

Line Nuna a travaillé avec sept enseignantes de CP et analysé la manière dont elles s'y prenaient pour gérer le passage de la dizaine. Elle a également développé une collaboration plus étroite avec trois d'entre elles, en organisant avec elles une expérimentation didactique. Elle avait déjà pu identifier plusieurs phénomènes, correspondant notamment aux catégories de Bruner, mais elle a aussi considéré que ces catégories étaient insuffisantes pour rendre compte de la diversité des actes de médiation. Elle a donc cherché à progresser, en tenant compte non seulement de la fonction des actes de langage observés du point de vue de la tutelle, mais également du point de vue de leur fonction proprement didactique quant au contenu de connaissance considéré, en l'occurrence le passage de la dizaine.

Bruner avait identifié plusieurs fonctions distinctes de la tutelle en analysant l'activité d'une tutrice avec un enfant, dans une situation où celui-ci devait construire une tour en empilant des éléments les uns sur les autres et en veillant à ce que la tour ne tombe pas. L'enfant et la tutrice étaient seuls. L'activité de tutelle en classe est inévitablement

différente, et plus complexe : l'enseignant s'adresse à plusieurs élèves en même temps, éventuellement à toute la classe.

Déjà Bruner était allé plus loin que Vygotski, en décrivant six grandes fonctions des actes de tutelle :

- l'enrôlement, qui consiste à intéresser l'enfant à l'activité prévue; cette fonction a quelque rapport avec la dévolution ;

- le maintien de l'orientation de l'activité;

- le contrôle de la frustration : si l'enfant ne réussit pas, il faut l'encourager et mettre en évidence les aspects les plus positifs de ce qu'il fait ;

- la réduction des degrés de liberté : c'est une formulation intéressante de Bruner. Elle exprime l'idée que le tuteur ne fait pas les choses à la place de l'enfant mais prend cependant en charge une partie de l'activité, de manière à en soulager l'enfant. C'est ce qu'entendait Vygotski par « avec l'aide de l'adulte » dans sa définition de la zone de proche développement, mais la formulation de Bruner a le mérite de désigner clairement la diminution de l'incertitude de l'enfant, qui peut ainsi choisir les actions à faire dans des registres mieux délimités ;

- la signalisation des caractéristiques déterminantes : cette fonction est un peu du même ordre que la précédente. Elle diminue l'incertitude de l'enfant quant aux informations pertinentes les plus importantes ;

- la démonstration : cette fois, le tuteur exécute les actions devant l'enfant et attend de celui-ci qu'il les répète. C'est évidemment la pratique la plus courante dans la tutelle, et il est intéressant de remarquer que Bruner la considère comme l'une seulement des catégories utiles.

Ces catégories sont intéressantes mais insuffisamment analytiques. Line Nuna identifie quatre grandes dimensions de l'acte de médiation.

La première dimension concerne la nature de l'acte de médiation:

- . prévention par l'enseignant de l'incompréhension
- . signalisation de l'erreur
- . dévolution du problème à l'élève
- . prise d'initiative dans la résolution du problème
 - . interrogation d'un autre élève quand un élève échoue
 - . demande de précision
 - . soutien et renforcement

La deuxième dimension concerne l'identification de la notion mathématique qui intervient dans l'acte de médiation. S'agissant du passage de la dizaine, Line Nuna distingue plusieurs points :

- . le dénombrement
- . la numération orale
- . la numération écrite
- . le passage de l'une à l'autre
- . l'ordre de grandeur
- . etc.

À chaque acte de médiation, on peut ainsi associer sa fonction pédagogique et le point sur lequel il porte du point de vue conceptuel.

Le troisième axe d'analyse concerne la nature de l'erreur de l'élève: par exemple ce peut être une erreur liée aux notions que je viens d'évoquer, une erreur en relation avec le contrat didactique, l'absence de réponse, etc.

Le dernier axe concerne les effets de l'acte de médiation.

Évidemment, c'est un travail d'entomologiste que de conduire à son terme une telle analyse. Line Nuna découpe le protocole recueilli en unités de différentes tailles : les cellules (un seul échange) et les boucles d'interaction (plusieurs échanges qui s'inscrivent dans la même fonction). Cette terminologie n'est évidemment pas décisive ; le découpage l'est, car c'est lui qui permet d'identifier avec une certitude suffisante les caractéristiques de chaque acte de médiation, au regard des axes que nous venons de définir. Cela permet à la fois de comparer les enseignantes entre elles, et d'identifier certains schèmes d'intervention relativement stables.

Voici un exemple intéressant relevé par Line Nuna :

L'enseignante : Lucile, tu pourrais nous dire pourquoi celui-ci qui s'appelle "seize" il est dans la même famille que 10 ?

Lucile : parce que y'a le 1

L'enseignante : parce que ?

Lucile : y a le 1

L'enseignante : Ah, ça ne me plait pas beaucoup. C'est le 1 qui ne me plait pas, il faut le dire mieux que ça.

Lucile : Si je mets le 6 à la place du 0, ça fait 16

L'enseignante : Oui, c'est vrai, tu as raison, si je mets le 6 à la place du 0, ça fait 16. Alors, qu'est-ce qu'il nous dit ce 1 ? C'est quoi ce 1 ? Regardez par terre.

Lucile : C'est le 1 de 10.

Dire d'un nombre qu'il s'appelle 16 peut paraître bizarre. Mais c'est une manière de signaler qu'il s'agit d'un signifiant et non du concept; de même que le nom d'une personne n'est ni la personne, ni l'idée de la personne.

Après la remarque qu'il est de la même famille que 10, Lucile répond que c'est parce qu'il y a le 1, et la maîtresse n'est pas satisfaite. Pourquoi ? parce que Lucile répond dans le registre d'un trait partagé par les deux signifiants 16 et 10, alors que la maîtresse attend une parenté concernant les signifiés ; il s'agit, dans les deux cas, de nombres de l'ordre de la dizaine. Avec le "c'est le 1 qui ne me plait pas", la maîtresse essaye de mettre Lucile sur la voie. Elle approuve ensuite la remarque subséquente de Lucile que le 6 de 16 est à la même place que le 0 de 10, mais n'est toujours pas satisfaite, parce que cette remarque se situe toujours au plan du signifiant, et qu'elle voudrait que soit évoqué le nombre 10 et non pas les signifiants 1, 0 ou 6.

Elle formule alors cette indication bizarre "regardez par terre". Or, qu'y a-t-il par terre ? les objets ! Elle renvoie donc Lucile non pas vers le signifié mais vers le référent, le réel des objets et de l'ensemble qui les réunit.

Ainsi, dans ce petit échange, interviennent trois instances distinctes de la représentation : le référent, le signifiant et le signifié. Il n'est pas facile de dissocier ces trois instances, parce que, comme le disait Saussure, le signifié et le signifiant sont les deux faces d'une même pièce de monnaie.

Mais est-ce si vrai ? Et Saussure a-t-il toujours raison ? Dans une langue stabilisée et une communauté qui partage le même savoir, Saussure a raison. Dans le dialogue entre l'élève et l'enseignant, les mêmes mots et les mêmes signes n'ont pas nécessairement la même signification pour tous. Le renvoi à la référence est justement un moyen pour faire converger les élèves vers la signification qui intéresse le maître ou la maîtresse. D'une manière générale, on ne peut pas considérer que, dans l'apprentissage, le sens pour celui qui apprend soit totalement le même que le sens pour l'enseignant.

Cela me conduit à ma conclusion, de portée beaucoup plus générale, concernant la représentation. Si le sens est différent d'un individu à un autre, c'est que la manière dont nous entendons ou lisons les mêmes mots, les mêmes textes, les mêmes symboles, dépend de notre expérience et donc de notre activité dans les différentes catégories de situations que nous avons rencontrées. Cela renvoie aux schèmes et aux invariants opératoires.

Quatre sens complémentaires du concept de représentation

Je n'ai guère le temps de m'expliquer et je vous prie de bien vouloir m'en excuser. Il faut à mon avis distinguer quatre sens complémentaires du concept de représentation :

1.- Le flux de la conscience, dont le témoignage nous est donné, à la fois par la perception des objets présents, par l'imagination des objets en leur absence et par la construction d'objets ne correspondant directement à aucune perception ;

2.- Le système de catégories de pensée et de propositions tenues pour vraies (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte), qui permet de penser le réel, notamment pour agir sur lui. Bartlett donne l'exemple de trois personnages parcourant ensemble la montagne : l'un est montagnard, le second biologiste, le troisième peintre. Ils ne voient pas la même chose, déclare Bartlett, parce que la perception n'est pas indépendante des catégories avec lesquelles nous pensons le monde ; on aurait pu ajouter un géologue.

3.- Les systèmes de signifiants/signifiés (en premier lieu, le langage naturel) qui permettent d'exprimer les propriétés des objets et des actions et de communiquer à leur propos. Ces systèmes n'épuisent jamais le réel ni même toutes les catégories de pensée qui sont fonctionnelles dans l'action. On peut mettre en mots beaucoup de choses concernant les objets et l'action, et cela contribue bien évidemment à la conceptualisation. Mais cela ne l'épuise pas. La forme opératoire de la connaissance est toujours plus riche que la forme prédicative. Mais en même temps les symboles verbaux et les symboles utilisés massivement aujourd'hui dans la science et la technique (schémas, tableaux, diagrammes, algèbres) jouent un rôle décisif dans la conceptualisation: l'invariance de la forme symbolique vient au secours de l'invariance des concepts ; le symbole permet notamment de parler des objets et des propriétés non accessibles à la perception directe.

4.- Enfin le tableau resterait très incomplet si on ne considérait pas les schèmes, c'est-à-dire les formes d'organisation de l'activité, comme faisant partie intégrante de la représentation. La représentation n'est ni seulement un dictionnaire, ni même une bibliothèque, c'est d'abord un ensemble dynamique de schèmes dans lequel nous puisons en permanence pour donner du sens aux situations, aux mots et aux symboles. Le sens des situations et des énoncés est dans les schèmes.

On est au cœur de ces problèmes avec l'accent mis aujourd'hui sur la compétence dans les entreprises et dans l'éducation. Le concept de compétence n'est pas, à lui seul, un concept scientifique. C'est le concept de schème, avec le cortège de ses ingrédients (buts, règles, invariants et inférences), qui permet de le nourrir justement parce qu'il théorise l'organisation de l'activité. Cela est vrai pour l'activité de l'enseignant comme pour celle de l'élève.

Références

Brossard M. (1999) Apprentissage et développement : tensions dans la zone proximale. In Y. Clot (Ed) *Avec Vygotski*. Paris, La dispute / SNEDIT.

Nadot S. (1991) *Représentations graphiques et étude de fonctions. Les problèmes didactiques et cognitifs du changement de repère. Un approche par la programmation informatique d'un traceur de courbes*. Thèse de doctorat. Paris, Université paris 5.

Numa L. (1997) *Etude de la médiation dans l'apprentissage de la numération*. Thèse de doctorat. Paris, Université Paris 5.

Zaragosa S. (2000) *Interactions verbales dans le processus de dévolution*. Thèse de doctorat. Paris, Université Paris 5.

RETOMBEES DE L'ENSEIGNEMENT
AU LAOS ET AU VIET-NAM
EN SOCIOLINGUISTIQUE ET DIDACTIQUE
POUR UNE SOCIODIDACTIQUE DE LA LANGUE ? PLUS QUE JAMAIS ! ¹

MARIELLE RISPAIL
IUFM de Grenoble

J'ai pour ma part un hommage particulier et personnel à rendre à Claude, en-dehors de tout ce que notre amitié et tout ce que nous faisons ensemble m'apporte. Et je tiens à prendre quelques instants pour le faire ici.

Je débutais à l'IUFM de Grenoble quand Claude a proposé à nos équipes encore fraîches (l'IUFM avait un an ou guère plus) de participer à une recherche-action-formation pour laquelle le Rectorat nous proposait un partenariat. Travailler en équipe interdisciplinaire, dans un collège d'une ZEP grenobloise, à partir de la demande des enseignants, pour réfléchir sur le travail personnel de l'élève : tous ces prémisses m'enthousiasmaient. Mais voilà, je n'étais pas enseignant-chercheur ! je n'étais qu'une humble petite certifiée de français en début de thèse, intéressée par le travail en ZEP. Je confie mes scrupules à Claude qui s'écrie : « mais un chercheur n'est pas celui qui a le titre de chercheur, c'est celui qui cherche ! ». C'est ainsi que, pendant 4 ans, j'ai coordonné cette recherche ... au terme de laquelle je me suis prise pour une vraie chercheuse, et qui a donné lieu à de nombreuses communications en colloques et articles, que je pourrais tous dédier à Claude Comitì !

J'interviens aujourd'hui dans un cadre qui ne m'est pas habituel puisque c'est la première fois que je parle devant des scientifiques dits « purs et durs », moi qui viens de Sciences du langage via la littérature, autant dire des « sciences molles » comme les surnomment certains. Pourtant ce qui me lie à Claude et sans doute à la majorité des équipes de recherche présentes aujourd'hui, c'est la réflexion didactique, mais appliquée à

¹ Ce titre est un clin d'oeil au titre de ma thèse : « Pour une sociodidactique de la langue : le cas de l'oral ». J'y défends l'idée selon laquelle une langue ne peut pas être enseignée en-dehors des données sociales et culturelles qui déterminent la situation de communication de ses locuteurs et / ou apprenants.

mon domaine qui est l'enseignement de la langue française. Si cette réflexion a croisé le travail de Claude Comiti, c'est grâce à son grand oeuvre, son oeuvre de pionnière, qui est, le domaine des relations avec le sud-est asiatique. Embarquée dans l'aventure des filières bilingues au Viêt-Nam puis au Laos, j'y ai trouvé un terrain idéal d'études pour les champs disciplinaires qui me passionnent, la sociolinguistique, la didactique des langues et leur intersection.

Un petit point théorique

De quoi s'agit-il ? je présenterai tout d'abord le dessin de ce champ qui n'est pas familier à grand-monde. Le domaine de la linguistique, dans lequel je m'inscris, peut envisager la langue :

- comme un objet abstrait, fait par exemple d'une grammaire (suite de règles régissant son fonctionnement) et d'un lexique (les mots dont on a besoin pour dire le réel) à combiner,

- comme une expression de l'individu et de son développement (on parlera alors plus volontiers de psycho-linguistique),

- ou comme une des expressions culturelles d'une communauté, au même titre que d'autres comportements sociaux, comme l'habitat, l'alimentation ou la façon de se vêtir. On parlera alors plutôt de sociolinguistique, puisque la langue y est vue d'abord sous l'angle collectif.

Le sociolinguiste Louis-Jean Calvet dit même que la sociolinguistique est la seule linguistique possible, car comment envisager une langue autrement qu'à travers ceux qui la parlent ? Sans entrer dans ce débat, je me contenterai d'affirmer que, plutôt que de la langue, le sociolinguiste doit parler très vite des langues au pluriel, car il n'existe quasiment pas de communauté monolingue, en contact avec une seule langue ou parlant une variété unique de la même langue. L'étude du contact entre ces langues est d'ailleurs un des objets du champ sociolinguistique.

Si l'approche sociolinguistique est sociale, c'est qu'elle s'attache à décrire non pas ce qui devrait être comme la grammaire, ni ce qui est comme la linguistique saussurienne, mais ce que ses locuteurs disent d'une langue et de la façon dont ils la pratiquent. Autrement dit, elle ne s'intéresse pas au quoi parler ? mais au comment parler ? pourquoi parler ? avec qui parler ? etc ... C'est ainsi que le terrain de prédilection du groupe du laboratoire LIDILEM dont je fais partie à l'U III, intitulé « Plurilinguisme et identité » et

dirigé par Jacqueline Billiez, est l'étude des représentations et pratiques linguistiques. Nous nous posons donc moins la question :

« que parle tel ou tel groupe de personnes ? »,
que les questions suivantes :

« que disent-ils qu'ils parlent ? », « que parlent-ils vraiment ? », « quel est l'écart entre les deux ? », « comment s'explique cet écart ? », « quels sont les rapports entre les langues de telle ou telle communauté ? »², etc ...

Revenons au sud-est asiatique

Dès le début de la politique d'ouverture au Viêt-Nam (Doi Moi), à la fin des années 80, quelques années plus tard au Laos, des demandes concernant la formation de formateurs, puis la formation d'enseignants de et en français se sont fait jour. Claude Comiti a été chargée de plusieurs missions dans ce sens, par le MAE, depuis 10 ans, et elle a encore plein de projets dans sa besace !

Le terrain avait de quoi intriguer ma curiosité sociolinguistique. Pourquoi diable ! ces pays, colonisés par la France pendant des dizaines d'années, demandaient-ils, via leur gouvernement, une réintroduction du français à tous les niveaux ? Car l'enseignement du français au Laos et au Viêt-Nam ressemble à s'y méprendre à la diffusion d'une langue de colonisateurs chez d'anciens colonisés. Dans des situations superficiellement identiques, on a vu d'autres pays réagir dans le sens inverse (pensons aux pays du Maghreb). Répondre à cette question me paraissait important pour qui prétendait enseigner à des Laotiens ou Vietnamiens. Tant est lié pour moi l'enseignement d'une langue, ou dans une langue, aux représentations que s'en font ses apprenants et locuteurs.

C'est ainsi que j'ai été amenée à faire plusieurs enquêtes, écrites (par questionnaires) et orales (échanges informels et entretiens semi-directifs enregistrés), chez nos stagiaires vietnamiens puis laotiens. Elles avaient pour objectif principal de répondre à la question : pourquoi voulez-vous enseigner le français ? ou en français ? quels sont vos rapports avec la langue française ? Au-delà des réponses d'intérêts personnels, plus ou moins avoués³, je voulais comprendre quelle était, pour eux, la place réelle et symbolique du français.

² cf. pour plus d'informations, dans la collection QSJ ?, PUF, *La sociolinguistique et Les politiques linguistiques*, de Louis-Jean Calvet.

³ On connaît les précautions méthodologiques à prendre avec toute forme de recherche qui se base sur des discours.

Ces enquêtes ont donné lieu à deux communications lors des colloques internationaux de sociolinguistique de Dakar en 1996 et de Rabat en 1998, et à un article dans la revue d'études interculturelles *Passerelles*. Sans exposer l'arrière-fond historique et politique qui fonde ces expériences, je peux seulement ici signaler quelques-uns des résultats exposés dans ces communications, respectivement intitulées : « Le français au Viêt-Nam : politique linguistique et représentations des enseignants » et « Quand deux langues entrent en présence et retrouvent un passé : le français au Laos ».

1 - Voici quelques points qui ressortent de notre enquête au Viêt-Nam

Curieusement, les enquêtés parlent comme de véritables « militants » du français : « *le français va s'étendre* », « *il faut rattraper le temps perdu* », « *on va propager la culture française* », etc ..., avec tout ce que cela comporte de volontarisme et d'écart avec la réalité (oublier par exemple que l'anglais est grand n°1 au VN, etc ...). Si on leur demande pourquoi ces affirmations, ils dotent d'abord la France de la capacité à les faire « rêver » : « *la France nous fait rêver* », « *c'est le pays de la culture par excellence* », « *pays de l'amour* ». Et ils appliquent les qualités du pays à sa langue, dite « *belle - élégante - racée - profonde* », « *la plus belle des langues* », « *langue du raffinement* ». Le français entrerait pour eux dans ce que Louis Porcher, spécialiste à Paris de la didactique des langues, appelle les « langues d'attachement », qui font parler l'affectif avant le sens de l'utile, ou dans ce que Louise Dabène appelle les langues « à fort coefficient de sympathie ». On se doute que l'anglais campe en général sur le bord inverse.

Ces affirmations se doublent d'allusions à la vie personnelle des locuteurs mettant en jeu leurs familles, enfants, parents ou amis : « *je veux que mes enfants étudient en français* », « *j'ai appris Frère Jacques dans mon enfance* », « *je veux enseigner le français comme ma mère* », « *je veux parler français avec mon grand-père* », etc ...

On voit que ces credo ignorent superbement les réalités économiques et la pente anglophone.

2 - au Laos

Nous nous sommes demandés quel était l'avenir linguistique possible de ce petit pays de cinq millions d'habitants, coincé entre plusieurs géants asiatiques (géographiquement) et

occidentaux (culturellement). Quelle cohabitation peut-on y attendre des langues en présence, après presque vingt ans d'interdiction quasi totale du français⁴ ?

Il ressort des témoignages recueillis, qu'au Laos deux tutelles s'affrontent, entre lesquelles les autorités ont du mal à se décider ouvertement : celle de la France, ancien colonisateur, et celle du communisme affiché. Les maladresses de la deuxième ont d'ailleurs redoré le blason de la première ... Toutefois on peut distinguer deux types de discours différents :

- celui des autorités actuelles, au ministère de l'Education : « *le français fait partie de notre patrimoine* », c'est « *la langue diplomatique et de la culture* », et qui font ouvertement appel à notre « *expérience pédagogique dont il faut profiter* » ;

- celui des enseignants, curieusement loin des visions utilitaires, pédagogiques ou symboliques. Ce discours est surtout pragmatique : « *il faut enseigner le français parce qu'on a appris le français quand on était enfant* », « *je parle un français de base, donc pourquoi ne pas en profiter ?* » et répétitif. Au mot près, on retrouve les mêmes affirmations sans arguments : « *le français est utile pour les études* », « *notre pays a besoin du français pour se développer* ». Les allusions personnelles y sont présentes mais voilées. L'attachement est réel mais se dit bien autrement et avec beaucoup plus de pudeur sans doute qu'au Viêt-Nam.

Et c'est la première leçon que nous tirerons de ces investigations : dans des pays tout proches, où les histoires semblent se répéter, voire se confondre, se construisent des imaginaires et des rapports au langage, aux langues, donc au monde, bien différents. L'intervenant étranger aurait tort de ne pas y prendre garde et de mettre dans un seul sac ce qui semble relever, d'après nos représentations occidentales, de la même zone géographique ou historique (l'ancienne « Indochine »), mais répond en fait à des constructions sociolinguistiques distinctes.

Deux axes de conclusions pour clore ces enquêtes

1 Les résultats des deux enquêtes dont nous venons de faire état mettent à jour une évidence : dans la langue, il n'y a pas que la langue !

Il en découle que :

⁴ L'intervention de Claude Comiti donne des détails sur le contexte linguistico-politique au Laos et au Viêt-Nam : je ne les répèterai donc pas ici.

- le choix d'une langue est en fait toujours le choix d'une identité conscientisée, et ce choix ne prend sens que replacé dans le contexte qui lui a donné naissance.

- la francophonie, et partant toute politique linguistique, est moins une affaire de compétences linguistiques que de choix symboliques et emblématiques : ce qu'on parle vraiment est moins important que ce qu'on déclare ou ce qu'on dit qu'on parle ;

- ce type de questionnements nous renseigne sur « ces représentations de soi-même et de l'étranger » (Porcher) qui sont à l'interface entre le sujet et l'objet et sans la connaissance desquelles il ne peut y avoir de véritable enseignement d'une langue ou intervention dans cette langue.

Il nous semble donc que loin d'ouvrir vers un néo-colonialisme, le choix francophone peut, dans ces pays du sud-est asiatique, faire figure de véritable résistance, linguistique et idéologique, de choix identitaire à reconnaître où un peuple récupère son passé, rêve son avenir et demande qu'on le respecte.

2 - Un autre type de conclusion s'impose

- choisir une langue d'enseignement, c'est accepter de changer d'état d'esprit, de culture ;

- enseigner en français signifie donc changer de didactique, de pédagogie, et en poussant à peïne, changer l'école et donc changer la société (pour reprendre l'expression heureuse des *Cahiers pédagogiques*).

Conséquences et perspectives

Il nous semble ainsi que de futurs intervenants dans ces pays (ou ailleurs) ne peuvent pas ignorer ces dimensions du terrain où ils sont appelés à travailler. C'est en toute connaissance de cause de ces éléments qu'ont été fondés les projets mis sur pied par Claude dans le sud-est asiatique. Dans cette perspective, et pour des raisons, on le voit, bien autres que cognitives ou didactiques, il était particulièrement pertinent de faire le choix d'un enseignement EN français plutôt que DU français, choix qui aurait relégué le français au simple rang des autres langues étrangères possibles. Cela explique le projet de nos filières bilingues, dites bilatérales, que Claude Comiti, sans avoir fait de

sociolinguistique mais avec son intelligence intuitive, a conçu, en faisant le choix du tout-français, seule solution en adéquation avec la réalité sociolinguistique du terrain.

Je dirai très brièvement, pour parler de l'avenir, qu'il nous appartient sans doute de faire évoluer la vision du français et peut-être des Français ou de la France, qu'ont nos amis vietnamiens ou laotiens. Nous ne pouvons en rester à cette langue rêvée et qui fait rêver, peu compatible avec l'enseignement des mathématiques ou des sciences que nous y dispensons. On débouche ici sur des perspectives très nettement didactiques, à la fois de la langue, des sciences et de leur intersection. Car leur vision de notre langue construit sans doute aussi, chez nos partenaires asiatiques, une résistance à son aspect rigoureux, argumentatif, langue de démonstration, qui possède un vocabulaire et des procédés linguistiques spécifiques pour mener à bien le raisonnement scientifique - que nous sommes chargés de leur enseigner.

De très belles recherches s'ouvrent ainsi à nous, qui pourraient porter :

- autant sur une réflexion sur les langues enseignées et parlées au Laos et au Viêt-Nam, et leur interférence avec l'accès au savoir des élèves (dimension métalinguistique) ;
- que sur la définition précise du français scientifique adapté aux spécificités du sud-est asiatique (dimension linguistique) ;
- ou sur la façon, spécifique elle aussi à n'en pas douter, de le transmettre à nos amis du Viêt-Nam et du Laos (dimension didactique).

RETOMBEES DES RECHERCHES SUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS AU VIET-NAM

ANNIE BESSOT

Équipe Didactique des Mathématiques, Laboratoire Leibniz, Grenoble 1

En 1984, M. Pham Minh Hac, alors directeur de l'Institut National des Sciences Pédagogiques, effectue un séjour d'étude à Grenoble dans le cadre d'une coopération déjà ancienne entre l'INPG et l'institut Polytechnique de Hanoï. Du fait de sa position institutionnelle, M. Pham Minh Hac s'intéressait vivement aux problèmes de formation des enseignants. Il décide alors de mettre à profit son séjour à Grenoble pour rendre visite à l'Institut de Formation des Maîtres (IFM) de l'Université de Grenoble dont il se trouve que Claude Comiti était la directrice. Cette rencontre, non préparée, va avoir pour conséquence une longue coopération avec le Viêt-nam (depuis 1985) dont l'objet est la formation des enseignants en relation avec la didactique des disciplines. La citation ci-après permet de comprendre les idées qui sous-tendaient cette coopération :

Que veut dire 'avoir des connaissances en mathématiques' ? Quelles sont les contraintes auxquelles le maître est soumis et les espaces de liberté dont il dispose pour remplir correctement sa fonction ? Comment gérer ces espaces de liberté ? Comment organiser et conduire un enseignement dont les effets observés chez les élèves (ce qu'ils savent après enseignement) soient aussi proches que possible des effets attendus ? Comment analyser et interpréter les éventuels décalages ? Comment intégrer les diversités cognitives, sociales, culturelles des élèves dans un processus collectif ?

Former un enseignant capable de chercher des réponses à ces questions nécessite une conception de la formation qui unisse théorie et pratique en mettant en interaction progressive toutes les dimensions de la formation professionnelle :

- les acquis disciplinaires [...]

- l'approche didactique et pédagogique qui doit leur permettre de mesurer l'écart entre savoir universitaires et disciplines scolaires, d'assurer la transposition didactique de ces savoirs en contenu d'enseignement adaptés aux différents publics concernés, de repérer les obstacles rencontrés dans les apprentissages et de créer des situations pédagogiques propres à les surmonter.

[...] Pour garantir une telle formation, le développement des recherches sur l'enseignement et en particulier sur la didactique de chaque discipline est indispensable. (Comiti 1991)

Les partenaires de la coopération

D'une part, les partenaires français successifs ont été, depuis 1987, l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble I et, depuis 1990, l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres (IUFM) de Grenoble

D'autre part, les partenaires vietnamiens ont été au départ l'Institut National des Sciences Pédagogiques de Hanoi, et ensuite l'École Normale Supérieure (ENS) n°1 de Hanoi (accord de coopération signé en 1989 avec l'UJF), l'ENS de Hué (accord de coopération signé en 1991 avec l'UJF et l'IUFM) et l'ENS d'Ho Chi Minh Ville (ENSHCM) (accord de coopération signés en 1992 avec l'UJF et l'IUFM)

Pourquoi coopérer avec les ENS du Viêt-nam et non avec les universités ?

Comme le montre le schéma 1, la formation des enseignants de lycée, sous la condition de réussite à deux concours successifs, est à la charge complète des ENS à la sortie du lycée. Les Universités n'interviennent pas contrairement au système français.

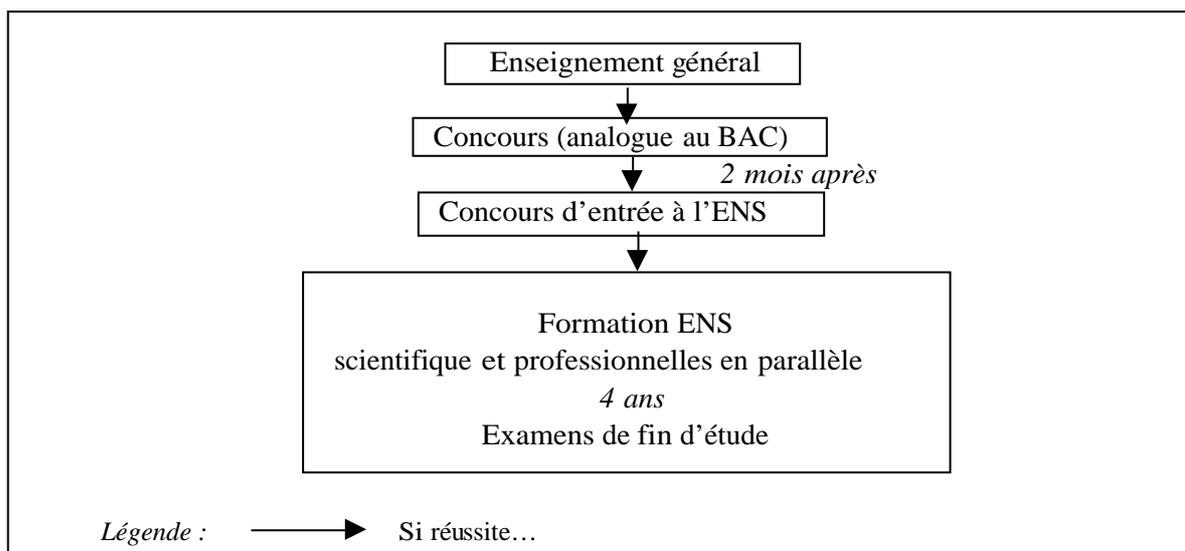


Schéma 1. Le système de formation des enseignants de lycée au Viêt-nam

Les stages de formation de formateurs d'enseignants au Viêt-nam (1990–1995)

À partir de 1990, dans le cadre des accords bipartites, Claude Comiti organise des stages intensifs de formation de formateurs en didactique des disciplines scientifiques (voir tableau 1 ci-après). Ces stages proposent 36 heures de formation à 25-35 stagiaires par stage. Les stagiaires (francophones ou non) sont non seulement des enseignants en poste dans les ENS, mais aussi des fonctionnaires des services de l'Éducation. Ils proviennent d'ENS de plusieurs régions du Viêt-nam. Les formateurs français sont des chercheurs en didactique des disciplines concernées. L'interprétariat est réalisé par des personnes parfaitement bilingues, mais aussi disposant d'une formation élevée dans la discipline et un intérêt pour la didactique de cette discipline.

Le tableau 1 ci-après récapitule les disciplines concernées par ces stages, la fréquence des stages pour chacune de ces disciplines et les lieux de déroulement des stages.

Disciplines	Fréquence des stages	Lieu de déroulement
mathématiques ¹	Avril 90	ENS Hué
	Février 92	ENS Hué
	Février 94	ENS Ho Chi Minh
informatique	Octobre 90	ENS Hanoi
	Octobre 92	ENS Hanoi
physique	Avril 92	ENS Hué
	Novembre 93	ENS Hué et Hanoi
Biologie	Octobre 94	ENS Hué et Hanoi

Tableau 1. Les stages intensifs de formation (1990-1995)

Les stages successifs pour une même discipline ont été suivis par un noyau stable de stagiaires puisque le projet était de former en continu des équipes de formateurs au sein des ENS.

¹ Les stages de formation en didactique des mathématiques ont donné lieu à une publication bilingue : Bessot, Comiti, Richard (1993)

La formation en didactique des disciplines scientifiques en France à partir de 1990

L'accueil de boursiers à l'UJF (Grenoble 1) pour une durée de 9 mois au niveau de la maîtrise dans le D.E.A de Didactique des Disciplines Scientifiques a débuté en interrelation étroite avec les stages au Viêt-nam : la majorité des boursiers sont repérés lors de ces stages. Le tableau 2 récapitule le nombre de ces boursiers selon les disciplines, celui des diplômes français obtenus (ou en voie d'obtention) ainsi que leur nature.

Disciplines	Nombre et diplômes obtenus	ENS d'origine
mathématiques	7 dont 5 DEA 3 Thèses	Hanoi (2) Hué (1) Vinh (2) Ho Chi Minh (2)
physique	4 dont 1 thèse	Hanoi (2) Hué (1) Quy-Nonh (1)
informatique	4 dont 1 DEA	Hanoi (3) Hué (1)

Tableau 2. La formation en didactique des disciplines scientifiques à partir de 1990

Février 1995, Colloque Régional des Pays Francophones d'Asie du Sud-Est « Didactique des Disciplines scientifiques et formation des enseignants »

Ce colloque marque l'achèvement d'une première période de collaboration. Il réunit 200 participants de quatre pays, Cambodge, France, Laos et Viêt-nam. Les co-responsables de son organisation sont Claude Comiti (IUFM de Grenoble) et Tran Van Tan (UP d'HCM²). Ce colloque amorce un questionnement des formateurs des ENS sur ce qui distingue « Méthodologie d'une discipline » et « Didactique de cette discipline ». On trouve trace de ce questionnement dans les actes de ce colloque (Comiti C., Ngo Anh T., Bessot A. et al. 1995) :

La méthodologie, ou pédagogie spéciale, est elle-même composée d'une partie « naturaliste » qui décrit sans jugement les pratiques « habituelles » et leurs résultat – par exemple en terme d'évaluation – et une partie « technologique » qui présente les objectifs, les normes imposées et les procédés nouveaux. (Brousseau 1995)

² L'ENSHCM s'est appelé pour un temps Université Pédagogique, puis Université Nationale du Viêt-nam à Ho Chi Minh. Actuellement elle est redevenue Université Pédagogique d'Ho Chi Minh.

La coopération, à partir de 1995, va se développer dans deux directions, d'une part la formation des futurs responsables des filières francophones et d'autre part l'aide à la formation de chercheurs et la formation à la recherche en didactique des mathématiques.

Formation des futurs responsables des filières francophones

En 1995, la tenue à Hanoi du sommet francophone a pour conséquence, en particulier, la création au Viêt-nam de filières bilingues au niveau des écoles, collèges et lycées et de *filières francophones* dans les ENS et les Universités. Un accord de coopération avec l'IUFM pour la formation de futurs responsables de ces filières francophones est alors signé. Cette formation consiste en des stages de 9 mois au sein l'IUFM de Grenoble pour des formateurs vietnamiens de différentes disciplines scientifiques, au sein de la formation des PLC2.

Aide à la formation de chercheurs et formation à la recherche

À partir de 1995, se fait jour la volonté d'introduire dans les ENS un enseignement de didactique des Disciplines Scientifiques. Lors du colloque, Claude Comiti l'exprime ainsi :

Dans un pays comme le Viêt-nam, la coopération antérieure a permis l'émergence d'équipes universitaires francophones en didactique des disciplines scientifiques : il existe en particulier une équipe de didactique des mathématiques à Ho Chi Minh Ville, une de didactique de la physique très active à Hanoi, et d'autres équipes dans le centre du Viêt-nam. Le colloque a montré comment la coopération pourrait à l'avenir se développer par le biais de la mise en place de cours post universitaires de type DEA ou école doctorale dans la didactique de ces disciplines, cours qui seraient sous la responsabilité bien sûr de ces universités pédagogiques ou école normales supérieures et seraient co-organisées et assurés par une équipe constituée d'enseignants de l'établissement concerné et par des chercheurs français associés à l'école doctorale. (Comiti 1995)

En ce qui concerne la didactique des mathématiques, avec l'aide de la région Rhône-Alpes et de l'ambassade de France (bourses de 10 mois et de 6 mois), des enseignants en poste à l'ENSHCM ont entrepris des thèses en cotutelle France-Viêt-nam. Ce sont :

Le Thi Hoai Chaû (1997) *Problèmes d'enseignement et d'apprentissage des vecteurs en première année de lycée, en France et au Viêt-nam*, (co-direction Claude Comiti et Tran Van Tan).

Lê Van Tiên (2001) *Étude didactique des liens entre fonctions et équations dans l'enseignement des mathématiques au lycée en France et au Viêt-nam*, (co-direction Annie Bessot et Nguyen Ba Kim).

Doan Huu Hai (2001) *Problèmes de l'enseignement de la géométrie dans l'espace au lycée en France et au Viêt-nam*, (co-direction Jean-Luc Dorier et Tran Van Tan, avec la collaboration d'Hamid Chaachoua).

Ces thèses ont en commun de conduire une étude comparative de deux systèmes d'enseignement, ceux du Viêt-nam et de la France, à propos de savoirs particuliers.

Ouverture d'un enseignement conjoint dans le Thac Sy

Depuis octobre 1997, la région Rhône-Alpes soutient un projet intitulé « Enseignement conjoint de spécialité dans le troisième cycle de didactique de l'Université Pédagogique de HCM³ ». Son but est la création d'un « Thac Sy » en didactique des mathématiques. Un Thac Sy est un diplôme post-universitaire en deux ans obligatoire pour l'inscription en thèse, c'est en quelque sorte l'équivalent du « master » anglo-saxon. Le schéma 2 ci-après explique comment s'articule la formation du Thac Sy à la formation de l'ENS :

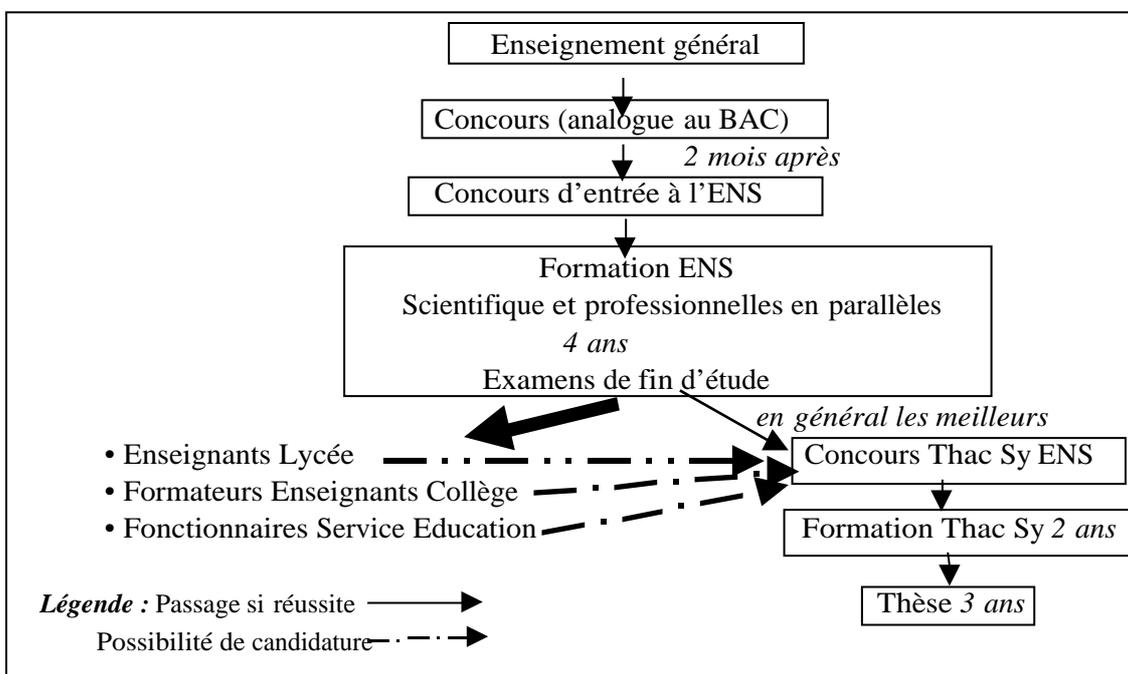


Schéma 2. Public concerné par le Thac Sy

³ ou ENSHCM

En juillet 1999, un accord inter-universitaire UJF et ENS Ho Chi Minh prévoit la reconnaissance du Thac Sy de didactiques des disciplines scientifiques par la commission de validation des acquis de l'UJF en vue d'inscription en thèse de cotutelle pour les meilleurs étudiants de la filière francophone.

En août 1999, le Ministère de l'Éducation du Viêt-nam accorde l'habilitation à l'ENSHCM pour un Thac Sy en Didactique du français, des mathématiques, de la physique et du vietnamien. Dans cette habilitation est prévue l'ouverture d'une filière francophone de didactique des mathématiques avec 160 heures d'enseignement soit 30 UV sur deux ans. Soulignons que ce sont les premiers Thac Sy de didactique au Viêt-nam⁴.

La tradition de ce pays d'un enseignement de *méthodologie* nous a conduit, en Octobre 1999, à organiser un séminaire intitulé « méthodologie et didactique » réunissant, d'une part, les équipes de l'ENSHCM de méthodologie des mathématiques, de didactique des mathématiques (Lê Thi Châu, Lê Van Tiên), de didactique du français et, d'autre part, des chercheurs de l'équipe DDM du laboratoire Leibniz (Claude Comiti et Annie Bessot). Lors de ce séminaire, la méthodologie est apparue clairement comme complémentaire de la didactique. En effet elle permet une analyse approfondie des programmes et des manuels de l'enseignement au Viêt-nam. Ce séminaire a au aussi l'intérêt d'une prise de conscience des articulations possibles entre ces deux contenus d'enseignement au sein du Thac Sy.

Le 20 novembre 2000 a débuté la première session de cours intensifs de didactique des mathématiques (filiales francophone et vietnamienne réunies) du Thac Sy : ainsi s'ouvre pour la coopération franco-vietnamienne à l'initiative de Claude Comiti une nouvelle ère.

⁴ En mathématiques, il existe déjà à l'ENSHCM des Thac Sy d'analyse, d'algèbre et de géométrie.

Bibliographie

Bessot A., Comiti C., Richard F. (1993) *Un introduction à la didactique des mathématiques Nhâp Môn Didactic Toàn*, Edition bilingue, Publication de l'École Normale Supérieure de Hué.

Brousseau G. (1995) Didactique des sciences et Formation des Professeurs, in Comiti, Ngo Anh, Bessot et al. (eds) *Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants*, Maison d'édition de l'Éducation, Hanoï, pp. 34-46

Comiti C., Ngo Anh T., Bessot A. et al. (eds) (1995), *Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants*, Maison d'édition de l'Éducation, Hanoï, 423 pages.

A LA RECHERCHE D'UNE MODELISATION DE L'ENSEIGNANT

Brève histoire de dix ans de réflexion sur la question de l'enseignant et de la modélisation de ses pratiques ou L'évolution d'une problématique, en relation avec le développement des avancées théoriques de la didactique des mathématiques.

CLAUDE COMITI

Équipe Didactique des Mathématiques, Laboratoire Leibniz, Grenoble 1
IUFM de Grenoble

Introduction

Permettez-moi tout d'abord de remercier les organisateurs de cette journée et tous les participants.

C'est avec beaucoup d'émotion que je retrouve ici beaucoup de ceux avec qui j'ai partagé les affres et les joies des débuts de la didactique des mathématiques, mais aussi ceux que j'ai connus dans d'autres lieux de militantisme, bien avant que la didactique ne nous réunisse.

Je suis également très heureuse de voir ici ceux dont j'ai encouragé les premiers pas en didactique, avant qu'ils ne prennent leur propre élan et n'affirment leurs compétences aujourd'hui largement reconnues dans des domaines de spécialité parfois bien loin des mathématiques, comme l'EPS ou la biologie.

Ma pensée va également vers ceux et celles qui sont loin, dont Paula Moreira-Baltar-Bellemain et Lê Thi Hoai Châu, certains de mes amis et aussi vers ma fille et qui m'ont, par leur affection exigeante, obligée à pousser toujours plus loin ma réflexion.

Lorsqu'Annie Bessot m'avait proposé comme titre de communication « Modélisation de l'enseignant », ce titre m'avait paru s'imposer ! Néanmoins, pensant

aux étudiants et jeunes chercheurs que cela pourrait intéresser, j'ai finalement préféré présenter l'évolution de ma réflexion sur la question de l'enseignant et de la modélisation de ses pratiques pendant ces dix dernières années, en mettant l'accent sur l'importance des avancées théoriques de la didactique des mathématiques dans l'évolution de ma problématique.

Pour simplifier les choses, mon exposé sera divisé en cinq parties - d'inégale importance :

Étude des représentations des enseignants

Développement d'une réflexion sur l'observation de « classes ordinaires »

Repérage et caractérisation de divers indices de dérèglement du système didactique

Essai de modélisation des prises de décision locales de l'enseignant confronté à de tels dérèglements

Apports d'une approche anthropologique pour l'analyse des pratiques enseignantes : le cas des filières bilingues du Laos

I - Première étape : étude des représentations des enseignants de mathématiques (1989 – 91)

Ce travail de plusieurs années a été conduit à l'IFM, service commun de formation de formateurs et d'enseignants de l'Université Joseph Fourier, en réponse à un Appel d'Offres de la Direction des Enseignements Supérieurs. Il s'agissait d'analyser, en équipe pluridisciplinaire (didacticiens, psychologue et philosophe), les représentations d'enseignants de mathématiques de 3^o et de lycées en ce qui concerne leur discipline, leur métier, leurs élèves et la façon dont ces derniers effectuent leurs apprentissages

C'était l'époque où on commençait à s'intéresser, dans la communauté internationale, à la « pensée », aux « représentations », au « fonctionnement », aux « beliefs » de l'enseignant, (Clark-Peterson, 1987; Ernest, 1989; Robert, 1989; Thompson 1992). Le travail consistait en une analyse de "discours" (entretiens, tables rondes), de différents points de vue. Je ne présenterai pas ici le contenu et les résultats de ces travaux qui figurent dans Bonneville et al. (1991).

Est alors très vite apparue aux deux didacticiennes de cette équipe, Denise Grenier et moi-même, la nécessité de ne pas se contenter de l'étude de ce que disent les enseignants de leurs pratiques et de confronter leurs discours à leurs pratiques, ce qui exigeait la possibilité d'un accès à l'observation de classes.

II– Deuxième étape : l'observation « de » classe (1991-93)

Nous avons donc décidé d'ouvrir l'équipe précédente à des enseignants volontaires en poste dans les établissements. La création de l'IUFM qui souhaitait impulser des collaborations praticiens / chercheurs a permis la réalisation de ce projet. Trois enseignants de troisième (élèves de 14-15 ans) nous ont alors rejoints, les deux qui sont restés dans la région continuant depuis lors à travailler en liaison avec nous, que ce soit en didactique ou en formation des maîtres.

L'objet de recherche était ainsi défini :

Dans leur projet d'enseignement, les enseignants définissent leur pratique à venir compte tenu des représentations qu'ils ont de leur discipline, des mathématiques à enseigner, des phénomènes de transmission des connaissances, et des modes d'apprentissage de leurs élèves. Le passage à la pratique fait apparaître des écarts entre leur projet et sa réalisation en situation de classe. La situation de classe créée, par sa réalisation même, des *événements* (questions, réponses, débats, etc...) constitutifs de la construction des connaissances chez les élèves. L'étude de ces événements est indispensable, non pour les "réduire" afin de faire coller la situation de classe réelle à une situation de classe "théorique", mais plutôt pour analyser ce qu'ils révèlent sur les interactions didactiques et ce qu'ils apportent pour l'apprentissage.

Cela peut paraître banal aujourd'hui, mais l'observation de classes « ordinaires » et les moyens d'analyser les protocoles qui en résultent était alors une problématique relativement nouvelle dans la recherche en didactique des mathématiques en France. Les classes et leurs enseignants étant essentiellement utilisés par les didacticiens pour la mise en oeuvre d'ingénieries didactiques indispensables à la confrontation des théories didactiques à la « réalité » du terrain. Guy Brousseau (1986 et 1989), quand il a caractérisé la structuration du milieu en emboîtement de situations successives avait certes indiqué l'utilité de ce modèle pour analyser des problèmes « ordinaires ». Mais il a fallu attendre l'intérêt croissant de la communauté des didacticiens pour l'analyse de situations - et non plus seulement pour leur construction -, pour que ce modèle soit utilisé pleinement (Brousseau et Centeno 1991, Orus 1992, notamment) et enfin prolongé (Mercier 1993, Margolinas 1993).

À cette époque de création des IUFM, où l'observation vidéo était présentée, dans le milieu des sciences de l'éducation et de la formation des enseignants, comme la panacée, il était important d'attirer l'attention sur la nécessité de distinguer :

- les *événements*, qui sont du domaine de la réalité mais que l'on ne peut observer objectivement, puisque la présence même d'un observateur va perturber cette dernière ;
- les *observés*, ou objets créés par l'observation de cette réalité sur lesquels on recueille des données avec les outils d'observation ;

- les *phénomènes didactiques*, ou interprétation par le chercheur des données recueillies en tenant compte des contraintes pesant sur le système d'enseignement, des choix effectués, de la signification des savoirs en jeu, pour l'élève, pour le professeur, etc.

Les théories que commençait alors à développer Yves Chevallard (1982) conduisaient à considérer la classe, objet de l'observation comme un « système » et son observation, comme une prise d'information relative à un « état » de ce système, cette prise d'information dépendant de ce que l'on entend par observer et aussi, évidemment, de la théorie dont on dispose pour identifier les informations « pertinentes ».

Ceci nous a conduits à mettre en place un dispositif de recueil de données permettant une prise d'information « mixte », i.e. une observation « de » classe, au sens de Chevallard (1992) en opposition à une observation « en » classe. Ce dernier comprenait des données « internes » provenant d'observations en classe (prise de notes accompagnant l'enregistrement audio des séances en classe du professeur et des élèves) et des données « externes » comprenant non seulement le programme et les manuels utilisés, mais aussi le scénario écrit avant le début de l'enseignement par chacun des enseignants et plusieurs entretiens, avant et après enseignement. L'ensemble des séances d'enseignement de la racine carrée en classe de troisième (10 séances environ) a ainsi été observée pour chacun des trois enseignants.

Notre préoccupation essentielle était l'étude de l'écart existant entre le projet du professeur - analysé en terme de macro-décisions- et le déroulement effectif de la situation de classe - analysé en terme de *micro-décisions*.

Comme nous l'écrivions alors :

Lorsqu'on confronte les séances réalisées en classe au scénario de départ et aux intentions exprimées par le professeur -avant le démarrage de la séquence sur l'introduction et l'étude de la racine carrée-, on constate l'apparition, en situation de classe, d'*événements imprévus* par le professeur qui entraînent chez ce dernier des prises de décisions immédiates, que nous appelons micro-décisions.

Les analyses dans ce cadre ont abouti à la mise en évidence de certaines régularités ainsi qu'à un essai de typologie de différents événements.

Je présenterai seulement la modélisation alors proposée de certaines interactions survenant dans des séances d'introduction d'un nouvel objet d'étude, dont nous dirions aujourd'hui que leur objectif est la mise en place du milieu nécessaire à l'étude.

La résonance d'intervention d'élèves sur le projet du professeur

Les connaissances du professeur lui permettent de distinguer dans le travail de l'élève les erreurs ou les difficultés qui relèvent du savoir à enseigner (ici la racine carrée), et qui sont donc des *objets sensibles*. Ces connaissances sont en relation avec l'analyse implicite qu'il fait de la situation didactique qu'il pense avoir mis en place. Elles conditionnent son intervention ou sa non-intervention lors de séances où la construction des savoirs repose sur un jeu d'interactions : parmi les réponses ou interventions des élèves, certaines sont immédiatement relevées par le professeur, entraînant par là même des évolutions du déroulement prévu dans le scénario; d'autres ne le sont pas, comme si elles n'étaient pas entendues.

Prenons quelques exemples.

En réponse à la question du professeur « Existe-t-il un nombre dont le carré soit égal à moins un ? ». Michaël répond « oui » et écrit « $-(1)^2 = -1$ ». L'enseignant ne comprend pas ce que veut dire Michaël. Il l'envoie écrire sa réponse au tableau, ce qui est contraire à la coutume de la classe. Cette affirmation, exacte mais qui ne répond pas à la question du professeur, trouble les élèves qui ont pourtant répondu « non » à la question posée. Le temps consacré au traitement de l'intervention de Michaël allonge de beaucoup le temps que l'enseignant a prévu dans le scénario pour le traitement de cette question. Enfin l'enseignant ne sait pas conclure l'épisode autrement qu'en s'appuyant sur des arguments déjà donnés au départ par certains élèves, arguments qui ne convainquent pas Michael.

Autre exemple : Olivier commente l'écriture introduite par Michaël et dit : « Le carré c'est un mais on a rajouté un signe devant..., une soustraction devant ». Le professeur répète seulement le début de la phrase d'Olivier « On a rajouté un signe devant. Oui, et alors? ». Il passe sur la confusion d'Olivier qu'il n'interprète pas comme significative par rapport à son projet.

Nous interprétons ceci en disant que le professeur ne traite pas de la même façon les interventions des élèves selon l'effet de résonance de celles-ci sur son projet, résonance directement liée à ses connaissances. Nous avons appelé ce phénomène *résonance d'une intervention d'élève* sur le projet du professeur. Dans le cas de Michael, nous disions qu'il s'agit d'une résonance forte, dans celui d'Olivier, d'une résonance nulle.

Mais il peut arriver également que les connaissances du professeur ne permettent pas que cette résonance soit suffisante. Par exemple, certains élèves n'acceptent pas d'écrire « -5 a pour carré 25 » ; ils veulent absolument ajouter des parenthèses autour de -5.

L'enseignant repère bien l'effet perturbant de l'intervention sans en déterminer immédiatement l'importance par rapport à son projet : il négocie donc « à la baisse » (puisque « ça vous rassure ») et écrit « (-5) a pour carré 25 », tout en commentant : « tant qu'il n'y a pas de calcul avec moins 5, c'est pareil ». Nous parlions alors de *résonance insuffisante* (du point de vue d'une autre analyse de la situation).

Cette étape de notre travail a donc permis de proposer une première modélisation de différents types d'évènements. Mais on ne pouvait s'en satisfaire : les résultats obtenus restaient contextualisés et ne permettaient pas d'interpréter la signification de certains des évènements survenus (notamment l'intervention de Michael et celle des élèves refusant d'écrire « -5 a pour carré 25 »).

III– Troisième étape : caractérisation de divers indices de dérèglement du système didactique à l'aide d'une modélisation en terme de milieu (1993-96)

Les nouveaux outils pour l'analyse d'observations de classes « ordinaires » qu'apporte la modélisation en terme de milieu et notamment celui de la « structuration d'une situation en différents niveaux », alors encore peu utilisé dans la communauté, nous ont permis de passer à une caractérisation de phénomènes didactiques qui permettent de donner un sens aux dysfonctionnements précédents ainsi qu'à d'autres dysfonctionnements rencontrés dans d'autres situations. Cette étape a été conduite en collaboration de Claire Margolinas.

La prise en compte de l'analyse en terme de milieu entraîne une évolution de la problématique, comme le montre la nouvelle formulation employée : il s'agit

de contribuer à la modélisation du jeu du professeur et des interactions didactiques dans la classe. Cette modélisation a pour objectif de donner du sens à certains événements survenant en situation de classe ainsi qu'aux décisions du professeur liées à ces événements. Les événements et décisions auxquelles nous nous intéressons étant ceux qui sont déterminés par les caractères spécifiques du savoir en jeu et de son usage dans la classe.

La méthodologie repose essentiellement sur différentes analyses de la situation.

L'analyse « préalable » de la situation (qui précède l'observation et qui détermine des événements attendus ou observables), réalisée sur la base du scénario fourni par l'enseignant (sa fiche de préparation détaillée).

L'analyse de la situation « reconstruite » sur la base du protocole.

Les analyses a priori successives de la situation ainsi décrite.

L'analyse a posteriori de la situation observée.

Illustrons ceci par l'analyse de l'épisode relatif à l'intervention de Michaël déjà mis en valeur, dans l'étape précédente.

La première analyse a priori nous conduit à définir une situation S dans laquelle on considère dans le milieu de la situation d'action (S_2), les nombres précédemment connus par les élèves et les règles d'opérations sur ces nombres. Les connaissances « un carré est toujours positif », « deux nombres opposés ont même carré » sont alors en cours d'élaboration ou d'apprentissage, leur non-maîtrise peut produire des erreurs, mais n'empêche pas de travailler. L'exploration systématique des couples (a, a^2) où $a^2 = -1$ conduit, dans la situation a-didactique d'apprentissage (S_1), à une hypothèse d'absence de nombre a satisfaisant à la condition. Dans la situation d'enseignement (S_0), il s'agit de trouver une raison mathématiquement acceptable à l'absence de nombre dont le carré est moins un. La preuve à la portée des élèves est ici une preuve par exhaustion : il y a trois cas possibles, zéro, dont le carré n'est pas -1 , un nombre positif, dont le carré est positif et donc n'est pas -1 , un nombre négatif, dont le carré est positif et donc n'est pas -1 .

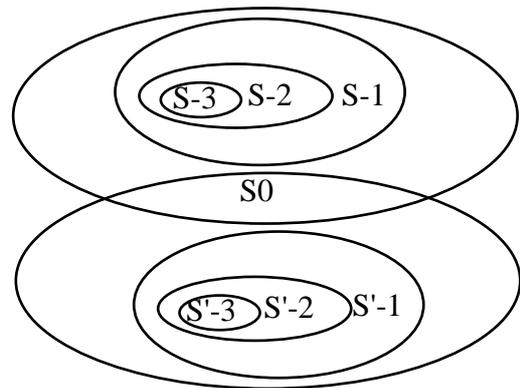
Dans cette situation, l'intervention de Michael ne trouve pas d'explication. La mauvaise adéquation entre observés et observables conduit à reprendre l'analyse a priori. Dans une deuxième analyse, nous définissons une situation S' dont le milieu pour la situation d'action est beaucoup plus élémentaire, puisque constitué des nombres entiers et de certains « signes »: parenthèses, signe moins, barre de fraction, virgule décimale, exposant, etc. Les connaissances correspondantes sont les règles d'écriture appliquées sur ces nombres. Elles permettent de produire au moins un couple solution dans lequel on a bien comme premier terme -1 et comme deuxième terme une écriture avec l'exposant 2 : $(-1, -(1)^2)$. Dans la situation didactique, il suffira d'exhiber ce couple pour conclure.

L'analyse *a posteriori* permet alors d'interpréter les observés : l'explication de Michaël se rapporte à l'écriture de l'expression à laquelle il pense Cette écriture n'a aucune interprétation dans S où $-(1)^2$ n'est jamais *le carré* d'un nombre. L'enseignant se trouve dans l'impossibilité d'interpréter ce qui fait l'enjeu de cette erreur. À aucun moment, il n'envisage une lecture de la situation différente de S , qui pourrait lui permettre de produire une explication qui porte sur la différence entre écriture « exposant 2 » et « carré », par exemple : « tout nombre écrit avec un exposant 2 n'est pas un carré ».

Les analyses effectuées ci-dessus permettent d'interpréter les interactions élève/situation et de donner sens à ce que fait l'élève, en mettant en évidence les objets

mathématiques sur lesquels il travaille effectivement. Elles révèlent un dysfonctionnement du contrat didactique (il y a double incompréhension, par l'élève de ce que le professeur attend de lui, par le professeur, de ce que l'élève produit) et permet d'expliquer ce dysfonctionnement par la « distance » entre les situations S et S'.

Nous avons caractérisé le phénomène didactique identifié en terme de « dédoublement de la situation » pour rappeler que la situation supposée par le professeur n'est pas celle dans laquelle évolue un nombre non négligeable d'élèves.



IV – Quatrième étape : essai de modélisation de prises de décision locales de l'enseignant confronté à de tels dérèglements (1996-98)

La problématique évolue en adoptant le cadre théorique développé par Brousseau lors de son cours « l'enseignant dans les théories en didactique des mathématiques » de la 8^{ième} École d'Été. Dans ce cours, Brousseau caractérise un enseignement par la recherche d'un équilibre entre plusieurs types de contrats en classant « les régulations didactiques suivant la répartition des responsabilités entre le système qui diffuse une connaissance et celui qui la reçoit et l'apprend ».

Il s'agit alors d'analyser les stratégies de régulation dans le cadre d'assujettissements que l'enseignant impose ou qu'il accepte, assujettissements qui consistent « en un partage de responsabilités entre l'enseignant et un milieu antagoniste (comprenant l'enseigné) » (Brousseau 1996, p.17). Autrement dit, il s'agit de modéliser les décisions de l'enseignant confronté à des dysfonctionnements de la situation didactique et plus particulièrement les régulations nécessaires au maintien de la relation didactique. Ces stratégies de régulation permettent de passer d'un contrat local à un autre ou encore de rechercher un contrat hypothétique.

Prenons l'exemple de la seconde séance d'enseignement de la racine carrée qui peut être décrite comme suit.

1^{ère} phase : « mise en place d'un milieu » pour la situation, en s'appuyant sur la mémoire collective de la classe, par une stratégie reposant sur un contrat de rappel des

apprentissages effectués lors de la séance précédente : propriétés des carrés et relation racine carrée/carré explicitée sur des exemples. On peut donc s'attendre à ce que cette situation de rappel (Perrin, 1993) permette aux connaissances sur la racine carrée, en cours d'élaboration chez les élèves, d'apparaître sous des formes provisoires qu'il s'agira d'améliorer dans la suite de la séance.

2ème phase : situation de formulation collective d'une définition de la racine carrée d'un nombre. Il s'agit de s'appuyer sur le milieu mis en place précédemment, la stratégie reposant sur un contrat de « production collective ». L'enseignant conduit les élèves à une formulation acceptable, tout en contrôlant, au travers de l'évolution des formulations proposées, le sens attribué par les élèves à la racine carrée. La situation peut comporter des mini phases a-didactiques, mais l'essentiel reste sous le contrôle de l'enseignant.

3ème phase : institutionnalisation de la définition à retenir, immédiatement suivie d'exercices d'applications (contrat « d'utilisation de connaissances » qui prend en compte le projet de l'enseignant de faire approprier par les élèves cette définition et notamment la relation existant entre un nombre positif et sa racine carrée).

Un premier exemple de dysfonctionnement : le rappel d'un savoir non convoqué lors du passage d'un savoir ancien à un savoir nouveau

La deuxième séance débute par une situation de rappel explicitement placée sous la responsabilité de la mémoire de l'élève. Tout se passe comme si les élèves avaient, lors de la séance précédente, travaillé exclusivement sur les propriétés des carrés. Pour les élèves, le travail fait dans la classe a en réalité été centré sur d'autres savoirs que ceux que l'enseignant voulait transmettre. Comme l'a montré l'étape précédente, les propriétés des carrés, au lieu d'être dans le milieu pour la situation proposée, sont en fait encore enjeux d'apprentissages. Ainsi, la première séance d'introduction de la racine carrée a-t-elle eu pour effet essentiel chez les élèves la conversion en savoirs de connaissances éparses sur les carrés. Il y a dysfonctionnement du contrat de rappel : le savoir effectivement rappelé n'est pas le savoir convoqué par le professeur (relations entre carrés et racine carrées).

L'enseignant, soumis à la contrainte institutionnelle de faire avancer le temps didactique doit négocier le passage au savoir convoqué : ce qu'il fait finalement en désignant lui-même ce dernier : « Les carrés de deux nombres opposés sont égaux. Qu'est ce qu'on a vu encore hier ? À propos des racines ? »

Les règles implicites d'un contrat local « d'adhésion » pour trancher rapidement entre deux assertions

Lorsqu'apparaît la confusion carré/racine carrée attendue de l'enseignant, car il la rencontre chaque année, il s'agit pour lui de la dépasser rapidement en obtenant le rejet de la formulation d'un élève : La racine carrée de vingt cinq est le carré de cinq au profit de la formulation d'un autre élève : La racine carrée de vingt cinq est cinq. Il négocie un contrat local que nous appellerons « contrat d'adhésion » par les questions « Qui est d'accord ? » et « Qui peut expliquer pourquoi ? », déléguant ainsi la responsabilité du choix de la bonne formulation aux élèves. On peut dégager les règles suivantes d'un tel contrat :

- L'enseignant fait avancer le temps didactique en considérant une justification donnée par un élève comme validant une proposition si aucun autre élève ne la conteste publiquement. (comme s'il considérait qu'il y a adhésion de l'ensemble des élèves à la formulation proposée).

- Si un élève manifeste son désaccord, créant une perturbation (phénomène de résonance forte), l'enseignant interrompt le processus en cours et cherche un moyen de le convaincre.

- Une moyen rapide d'obtenir l'adhésion (d'un élève ou de la classe) à une formulation est de montrer qu'elle « fonctionne » sur des exemples, autrement dit de s'appuyer sur un contrat « d'ostension » déguisé.

Une négociation à la baisse par rapport à l'objet de savoir racine carrée

L'analyse des interactions peut révéler non seulement les glissements de contrat qui se négocient dans la classe, mais aussi la distance entre les rapports à l'objet racine carrée qu'entretiennent les élèves d'une part et le professeur d'autre part.

Le professeur veut institutionnaliser la définition suivante : « La racine carrée d'un nombre positif 'A' est le nombre positif 'a' dont le carré est égal à 'A' ». Cette définition exprime une relation *cyclique* entre les opérateurs 'carré' et 'racine carrée' : doit-on partir de A ou de a ? Cette définition n'est pas mathématiquement opératoire, car elle ne permet pas la construction de la fonction racine carrée. De plus, elle n'induit pas clairement une relation R distinguant l'antécédent de l'image, ce que montre l'extrait ci-dessous.

E : Un nombre que l'on a multiplié par lui-même pour obtenir A [...]

P : Un nombre que l'on a multiplié..., que l'on a multiplié..., cherche donc à formuler de manière élégante les choses. Multiplié, par lui-même, pour obtenir A. Qui nous propose autre chose? Pourquoi est-ce qu'il faut mettre au passé, là? C'est indispensable de le mettre au passé? [...]

Le choix du temps du verbe dans la phrase est un moyen de rompre le cycle, car il met une priorité sur les opérations. Les échanges révèlent clairement que, pour ces élèves, la relation sagittale correspond d'abord à l'opérateur carré : « *on part d'un nombre a, on calcule son carré, que l'on appelle A alors la racine carrée de A est le nombre a* ». a est donc l'antécédent, A l'image. En conséquence, on ne pourra trouver \sqrt{A} que pour les A dont l'antécédent a est évident, donc pour les A qui sont des carrés parfaits, c'est-à-dire les carrés de N, D ou Q. Ces élèves fonctionnent sous le modèle « carré parfait ». Ils continuent ainsi à travailler sur des apprentissages passés, ce qui exclut la possibilité de production de « vraies » racines carrées comme $\sqrt{2}$. Pour établir l'opérateur réciproque $\sqrt{\quad}$, il faut construire une relation où A est l'antécédent et a l'image. Il faut donc rejeter la forme passée proposée. C'est ce que fait le professeur en tentant de faire produire par les élèves une définition statique : l'expression « dont le carré est égale à A » n'induit pas de priorité sur les actions, elle exprime seulement une propriété.

Le professeur finira par négocier à la baisse (par rapport au savoir), en se plaçant sur le plan de l'esthétique de la formulation, en proposant de l'«arranger», de « formuler de manière élégante les choses ».

Ces exemples montrent l'apport complémentaire, pour une modélisation de l'enseignant dans la théorie des situations didactiques, d'une analyse en termes de contrats didactiques locaux des « réalités » qui concernent l'enseignant. Elle permet notamment d'interpréter les régulations assurées sur le contenu mathématique en jeu en modélisant les décisions locales de l'enseignant par la mise en place d'un contrat local, la rupture d'un contrat, ou encore le remplacement d'un contrat par un autre.

Dans la situation particulière ici analysée, le projet de mise en place d'un contrat de production collective de la formulation de la définition de la racine carrée d'un nombre s'est transformé en un contrat dit de maïeutique collective s'appuyant sur la mise en oeuvre fréquente d'un contrat local d'adhésion, ce qui peut donner l'illusion que la responsabilité des productions successives est du côté des élèves. Ce dernier, qui s'appuie le plus souvent sur l'accord ou le désaccord exprimé par un seul élève, ainsi que sur une ostension déguisée, sert à faire avancer le temps didactique, même si l'on peut se demander quels apprentissages il a effectivement permis de produire.

En conclusion de cette étape, une question se pose : une modélisation des régulations indépendante de toute situation particulière est-elle possible ? En effet, si les choix d'action de l'enseignant (qui peuvent être modélisés en terme de stratégies) relèvent de son projet, les régulations, de portée plus locale, plus brèves dans le temps, semblent fortement dépendantes de l'évolution du système classe.

VI – L'étape actuelle de ma réflexion : les apports d'une approche anthropologique pour l'analyse des pratiques enseignantes

Cette étape est directement liée à mon expérience de responsable de la coopération entre l'IUFM de Grenoble et le Laos sur le projet « classes bilingues » dans lequel les mathématiques sont enseignées en français par des enseignants lao à des élèves lao.

Mes observations portent sur les deux dernières années du primaire et les deux premières années du collège. Elles ont eu lieu d'octobre 98 à avril 2000, pendant deux semaines environ tous les six mois, dans quatre classes de P5 (CM2), deux classes de C1 (première année de collège) et C2 (deuxième année).

Plusieurs étapes ont jalonné mon évolution quant à la façon de prendre en compte les difficultés rencontrées dans ce type d'enseignement, aussi n'ai-je pas ici la prétention de présenter autre chose que des réflexions aboutissant à des questions conduisant à des recherches restant à faire.

Lorsque l'on s'intéresse aux pratiques d'enseignement dans un tel contexte, il est indispensable, sous peine de ne rien comprendre à ce que l'on observe, de situer l'activité d'étude en mathématiques dans l'ensemble des activités humaines et des institutions sociales du pays. Car, comme le souligne l'approche anthropologique :

dans une institution donnée, seuls certains types de praxéologies didactiques, satisfaisant certaines contraintes, sont écologiquement viables. (Chevallard, 1998).

Il est donc impossible d'étudier les pratiques d'enseignement des mathématiques, dans les classes bilingues du Laos, sans les relier aux contraintes et aux habitudes culturelles auxquelles elles sont soumises.

Contraintes institutionnelles

Le cursus dans l'enseignement secondaire lao comprend un an de moins que celui du système français (seulement 3 ans de collège) alors que les nouveaux programmes (90) du collège embrassent les contenus du collège en France avant la dernière réforme de 96.

Le contenu de ce programme doit être respecté dans la filière bilingue (exigence ministérielle justifiée par la possibilité laissée aux élèves de quitter, volontairement ou non (déménagement par exemple).

L'enseignement s'effectue en français, dans un contexte de manque de familiarité avec la langue française des élèves et des enseignants lao pour lesquels le français n'est que langue seconde.

L'enseignement en français s'appuie en même temps sur un manuel de mathématiques français et sur le manuel lao et doit mettre en oeuvre des méthodes pédagogiques prenant en compte les élèves et leurs apprentissages, que le ministère lao appelle « méthodes d'enseignement centrées sur l'élève ».

Contraintes culturelles

- Les habitudes culturelles (et religieuses) inculquent un sens très fort de la hiérarchie, une codification figée des échanges et l'acceptation de l'ordre établi ; les enfants sont élevés dans un profond respect des adultes (n'ont en particulier pas le droit à s'adresser à ces derniers sans y être invités).

- Les habitudes acquises par plusieurs années d'enseignement dans le système lao (classes surchargées (50 élèves en moyenne), peu ou aucun matériel pédagogique et scientifique, parfois pas de manuel) sont celles d'une pédagogie centrée sur la transmission magistrale des savoirs, dans laquelle aucune place n'est laissée aux interactions dans la classe, à l'expression orale des élèves. Le travail de l'élève consiste essentiellement en copie sur le cahier, apprentissage par cœur, exercices d'application et contrôles mensuels.

- Le niveau insuffisant de formation scientifique des enseignants conduit à une tendance à reproduire ou à recopier des modèles plutôt qu'à construire et réfléchir personnellement, avec le risque de se tromper. De plus, la formation pédagogique des enseignants étant essentiellement centrée sur la « méthodologie » que le maître doit mettre en oeuvre, une bonne méthodologie étant supposer impliquer un bon apprentissage de l'élève, l'erreur est considérée comme le résultat d'une absence de connaissance de l'élève, et les difficultés des élèves, comme provenant avant tout de leur absence de travail.

Au delà des problèmes langagiers, dont on ne peut négliger l'importance quand on connaît l'interdépendance de ceux-ci et de la construction de la connaissance, mais que

j'ai choisi de ne pas approfondir ici¹, des régularités peuvent être dégagées de l'ensemble de mes observations dans le contexte de l'enseignement des mathématiques en français, par des enseignants dont le français n'est pas la langue maternelle, à des élèves eux-mêmes en cours d'apprentissage du français.

Je présenterai une analyse des pratiques des enseignants au collège en m'appuyant sur la grille d'analyse des processus didactiques que fournit le modèle des moments de l'étude. En effet, les observations effectuées dans ce contexte confirment que, quels que soient l'objet mathématique et le cheminement de l'étude, on retrouve les mêmes types de tâches de l'organisation didactique, les mêmes *moments de l'étude*. Et j'essaierai de montrer comment ces pratiques peuvent être interprétées comme des réponses pertinentes aux problèmes créés par le système des classes bilingues.

La première rencontre avec l'enjeu de l'étude est, comme dans l'enseignement habituel lao, rarement construit autour d'une problématisation.

Ce dernier est généralement annoncé, dès l'ouverture de la séance par le professeur : « Aujourd'hui, nous allons parler de la division ». Cette annonce est suivie par la demande aux élèves d'effectuer (le plus souvent individuellement) une suite d'« activités » proposées dans le manuel français ou adaptées du manuel lao.

La correction collective de ces activités est utilisée par le professeur pour préciser le sens et l'utilisation des mots introduits et des techniques nouvelles. Elle se fait par le biais d'un jeu de questions-réponses avec les élèves. Ce jeu est conduit avec appel préférentiel aux « bons élèves », non seulement en mathématiques mais en français, enfants culturellement favorisés et aidés par des parents francophones. Mais il arrive que même ces élèves n'aient pas un rapport idoine à l'objet présenté, ce qui conduit l'enseignant à la seule solution qui lui reste pour faire avancer le temps d'enseignement, le recours à l'effet Jourdain : il propose lui-même une réponse par une phrase que l'élève n'a plus qu'à s'approprier en la complétant par le dernier mot manquant. Ce jeu de questions-réponses, qui n'est alors plus qu'une façon de masquer le monologue de l'enseignant, centre davantage ce premier moment didactique sur l'introduction d'un vocabulaire mathématique que sur la recherche de réponses à une question mathématique.

L'exploration du type de tâches lié à l'objet d'étude est ensuite confiée à l'élève qui a à résoudre à la maison une suite d'exercices, sorte de mise en œuvre de l'objet d'étude dans des cas particuliers. L'élaboration d'une technique relative à ce type de tâches

¹ Le lecteur intéressé pourra se reporter à Comiti, à paraître (pp.4-8)

s'effectue à l'occasion de la correction en classe de ces exercices. Il faut remarquer ici l'absence de véritables moments de validation, la plupart du temps remplacés par de mini-dialogues privés entre l'enseignant et un élève (sur ce qu'il a écrit sur son cahier ou au tableau) et la part importante des procédures ostensives.

Ces dernières sont certes culturellement prégnantes dans l'enseignement lao où la seule parole juste est par définition celle du maître, mais on peut se demander si elles ne sont pas, pour les enseignants des classes bilingues, la manière la plus simple possible de « guider » leurs élèves, car elle ne nécessite pas l'élaboration de « discours improvisés », d'autant plus complexes à produire pour eux que leur enseignement ne se pratique ni dans leur langue maternelle, ni dans celle des élèves.

Le moment de l'institutionnalisation a lieu en général très rapidement. Il consiste en la copie de longs résumés écrits par le Professeur au tableau, la plupart du temps centrés sur les définitions et règles à retenir. Peut-être peut-on interpréter cette pratique, qui utilise au moins près de la moitié d'une séance sur trois, comme seule solution trouvée par l'enseignant devant la difficulté de s'adresser à la classe entière, vu l'hétérogénéité des élèves en français et en mathématiques et la difficulté à élaborer avec eux un bilan qui serait partagé par tous ?

Quant au travail de la technique, qui doit à la fois améliorer cette dernière et accroître la maîtrise que les élèves en ont, il passe essentiellement par les exercices d'application à faire, immédiatement après l'institutionnalisation, soit en classe soit à la maison.

L'évaluation s'effectue immédiatement en passant dans les rangs lors de la correction des exercices faits à la maison, puis, mensuellement, lors des contrôles exigés par l'institution.

Lorsque l'on essaie d'analyser la place donnée aux élèves dans cet enseignement, le vrai rôle que l'élève a à jouer, on voit que si la quantité de travail laissée à sa charge est grande, sa qualité laisse à désirer. Et pourtant, comme le montrent les résultats des évaluations, les apprentissages des élèves sont en moyenne satisfaisants.

Je n'ai pas parlé ici du travail de l'enseignant, lui-même soumis à d'autres types de contraintes encore, travail dont ces pratiques ne sont pourtant que l'aboutissement, mais je m'arrêterai là faute de temps, tout en signalant cependant l'existence, à l'IUFM de Grenoble, d'une équipe regroupant chercheurs en didactique du français et en didactique des sciences, qui souhaite effectuer un travail de recherche sur les spécificités de ce type d'enseignement des disciplines scientifiques en français langue seconde.

Et je terminerai cette communication intitulée « modélisation de l'enseignant » en espérant avoir pu montrer clairement le rôle des avancées théoriques de la didactique des mathématiques dans l'évolution d'une problématique et avoir donné envie à certains des jeunes étudiants et futurs thésards qui sont ici de continuer à travailler dans l'analyse des pratiques enseignantes.

Références bibliographiques

- BONNEVILLE J.F., COMITI C., GRENIER D., LAPIERRE G., 1991, Représentations d'enseignants de mathématiques, in *Cahier du Séminaire de didactique des mathématiques*, LSD2, Université Grenoble I
- BROUSSEAU G., 1986, Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, Vol 7.2, pp. 33-115
- BROUSSEAU G., 1989, Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, Vol 9.3, pp. 309-336
- BROUSSEAU G., 1996, L'enseignant dans la théorie des situations didactiques, *Actes de la 8^o école d'été de didactique des mathématiques*, ed. R. Noirfalise et M.J. Perrin, IREM de Clermont-Ferrand, pp. 3- 46
- CENTENO Julia et BROUSSEAU Guy, 1991, Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 11 n°2-3, pp.167-210, ed. La Pensée Sauvage, Grenoble.
- CHEVALLARD Y., 1992, *L'observation didactique*, intervention à l'université d'automne de Fréjus des formateurs IUFM Sud-Est
- CHEVALLARD Y., 1992, Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, Vol 12.1, pp. 73-112
- CHEVALLARD Y., 1998, Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique, in Noirfalise (coord.) *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques*, Actes de l'Université d'été 1998, IREM de Clermont-Ferrand
- CLARK, C.M. and YINGER, 1987, Teacher planing in CALDERHEAD J.(Ed) *Exploring teacher thinking* London, Cassell Press, pp.84-103

COMITI C. 1993, Focusing on specific factors occurring in classroom situation that lead the teacher to change his practice and make him modify his original plans, research report in *Proceedings of the 17th International Conference of PME*, Tsukuba.

COMITI C., GRENIER D., 1994a, L'observation, outil de recherche pour la modélisation de phénomènes didactiques, in *Séminaire Recherche/Réflexion/Interaction*, Ed. IUFM de Grenoble pp.55-72

COMITI C., GRENIER D., 1994b, Modelling un-foreseen events in the classroom situation, Research report in *Proceedings of the 18th International Conference of PME*, Lisbonne.

COMITI C., GRENIER D., 1995, Two examples of “split situation” in the mathematics classroom, *For the Learning of Mathematics*, Vol 15(2)

COMITI C., GRENIER D., MARGOLINAS C. (1995). Différents niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situations de classe et modélisation de phénomènes didactiques liés à ces interactions in Arzac G., Gréa J., Grenier D., Tiberghien A (Eds), *Différents types de savoirs et leurs articulations*. pp.93-127. La Pensée Sauvage, Grenoble

COMITI C., GRENIER D., 1998, Régulation et contrat, *Recherches en didactique des mathématiques* vol 17.3., La Pensée Sauvage, Grenoble

COMITI C., à paraître, L'enseignement des mathématiques en français dans un pays où la francophonie est très minoritaire : le cas du Laos, *Actes du colloque international EM2000*, Grenoble

ERNEST P., 1989, The Knowledge, Beliefs and Attitudes to the Mathematics Teacher : a model, *Journal of Education for Teaching*, Vol 15, n°1, pp.13-33

GRENIER D., 1997, Milieu et contrat dans l'étude de l'enseignant et des interactions didactiques, *Actes des deuxièmes journées de Didactique de La Fouly*

MARGOLINAS C., 1994, La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a priori des situations in *Les débats de didactique des mathématiques*. La Pensée sauvage, Grenoble.

MARGOLINAS Claire, 1993b, Jeux de l'élève et du professeur dans une situation complexe, *Séminaire DidaTech, LSDD, IMAG, Université Joseph Fourier, Grenoble* (à paraître).

MERCIER A., 1993, Comment l'analyse du fonctionnement didactique pour l'élève exige-t-elle l'hypothèse d'un milieu? Comment analyser ce milieu? *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (à paraître).

MERCIER A., 1994, Les effets de l'intervention enseignante dans le milieu des situations a-didactiques, *Les débats de didctique des mathématiques*, coord. C. Margolinas, La Pensée Sauvage, Grenoble

ORUS-BAGUENA P.r, 1992, *Le raisonnement des élèves dans la relation didactique: effet d'une initiation à l'analyse classificatoire dans la scolarité obligatoire*, Thèse de l'Université de Bordeaux 1, diffusion IREM de Bordeaux.

PERRIN-GLORIAN M.J., 1993, Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes faibles, *Recherches en didactique des mathématiques* vol.13/1.2, pp 5 - 118

ROBERT A. et ROBINET J., 1989, Représentations des enseignants de mathématiques sur les mathématiques et leur enseignement, *Cahier de DIDIREM n°1*, Ed. IREM Paris7

ROMBERG T., 1988, Can Teachers be Professeuressionals ?, in Grouws D.A., Cooney T., Jones D; (eds) *Perspectives on research on effective mathematics teaching*, NCTM, Lawrence Erlbaum,

THOMPSON A.G., 1992, Teachers' Believes and Conceptions : A Synthesis of the Research, in Grouws D.A. (Ed) *Hanbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York, Macmillan

TOCHON, F., 1989, A quoi pensent les enseignants quand ils planifient leurs cours ?, *Revue Française de Pédagogie*, n°86

TOCHON, F., 1992, A quoi pensent les chercheurs quand ils pensent aux enseignants ? Les cadres conceptuels de la recherche sur la connaissance pratique des enseignants, *Revue Française de Pédagogie*, n°99, pp.89-113.

ANNEXES

Le concept de milieu (RDM 9.3, p. 320)

L'enseignant n'est pas réduit à être un organisateur neutre des activités d'apprentissage des élèves. Il fait partie du système didactique. Il en constitue un sous-système, tout comme les élèves et le savoir enseigné. Dans cette théorie, qui propose une modélisation des interactions entre les divers systèmes en jeu, le milieu est un outil de modélisation qui permet de décrire, d'expliquer et de prédire aussi bien l'action que la rétroaction. Pour G. Brousseau (1989), le milieu apparaît comme le système antagoniste du système enseigné: "Pour représenter convenablement le fonctionnement non didactique des connaissances, nous devons adopter le plus souvent des situations dans lesquelles les états du jeu sont déterminées alternativement par le joueur et par un SYSTEME antagoniste qui modifie les états du jeu de façon non contrôlée par le joueur. Ce système est pour l'observateur, une modélisation de l'environnement et de ses réponses pertinentes pour l'apprentissage en cours. Il n'est qu'une partie de la situation. [...] C'est ce système antagoniste que nous avons proposé d'appeler *milieu*. Il joue donc un rôle central dans l'apprentissage, comme cause des adaptations et dans l'enseignement, comme référence et objet épistémologique."

Extrait de :

MARGOLINAS Claire, STEINBRING Heinz, 1993, Double analyse d'un épisode: cercle épistémologique et structuration du milieu, in ARTIGUE Michèle et coll. eds, 1993, *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, ed. La Pensée Sauvage, page 252.

Nous partons de la *situation didactique*. C'est à ce niveau zéro que nous situons l'origine du schéma, et c'est en référence aux systèmes présents à ce niveau que nous caractériserons les systèmes présents dans les autres niveaux. Dans la situation didactique S0 les systèmes présents sont le professeur (P0), l'élève (E0) et le milieu (M0). Les lettres P, E et M caractérisent dans notre schéma la place des systèmes présents dans la situation didactique, ce qui permet de rendre compte de la structuration du milieu. Comme dans le schéma de Brousseau, on a toujours $M_{n+1}=S_n$, le niveau n est donc toujours englobé dans le niveau n+1 (structure "d'oignon"), on a également toujours $S_n=\{M_n, E_n, P_n\}$. Avec ces notations, on obtient le tableau suivant :

M-3: M-matériel	E-3: E-objectif		S-3: situation objective
M-2: M-objectif	E-2: E-cognitif		S-2: situation d'action
M-1: M-d'action	E-1: E-apprenant	P-1: P-observateur	S-1: situation d'apprentissage
M0: M-d'apprentissage	E0: Elève	P0: Professeur	S0: situation didactique
M1: M-didactique	E1: E-réflexif	P1: P-projeteur	S1: situation de projet
M2: M-de projet		P2: P-constructeur	S2: situation de construction
M3: M-de construction		P3: P-noosphérien	S3: situation noosphérique

« L'enseignant dans les théories en didactique des mathématiques ».

La problématique de caractérisation d'un enseignement par la recherche d'un équilibre entre plusieurs types de contrat didactique a été développée par Brousseau (1995) à la 8^{ème} Ecole d'Eté, dans le cadre du thème « l'enseignant dans les théories en didactique des mathématiques ». Il introduit dans ce cours un terme-clé : celui de régulation de la relation didactique : « Les méthodes qui décrivent l'action didactique ne prennent que très peu en compte la régulation du système et les indices permettant les rétroactions lors que l'essentiel du travail didactique va consister à maintenir la relation didactique dans des limites acceptables par rapport à différentes variables. »

Le concept de « contrat didactique » renvoie à la part spécifique de la connaissance mathématique visée de la « relation qui détermine - explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement - ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera, d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre. » (Brousseau 1986 p.51). On peut donner comme exemples de tels contrats, le contrat de démonstration, le contrat de simplification, le contrat géométrique, le contrat « âge du capitaine », etc. Le contrat didactique peut être une manière de décrire une situation didactique par l'étude des ruptures de contrat. Il s'agit d'un modèle « global » d'identification d'une situation générale, lié à la signification des savoirs en jeu, mais indépendant du déroulement d'une situation particulière.

Lorsque l'on s'intéresse aux interactions survenant en situation de classe et notamment aux régulations qui s'exercent sur le contenu mathématique en jeu, le modèle global ne suffit pas. Les changements de règle ou de niveaux d'activités que l'on observe relèvent de modèles « locaux » liés à des événements contingents et ont pour objet principal de maintenir la relation didactique : l'analyse porte alors sur ces modèles locaux, les moyens de régulation pouvant être la négociation d'un nouveau contrat, que nous caractériserons alors de contrat « local ».

« Les problèmes de langage et mathématiques »

Quand on reconnaît l'interdépendance des problèmes langagiers et de la construction de la connaissance (Vergnaud 1981, Laborde 1982), les rencontrer dans une situation où les mathématiques sont enseignés dans une langue seconde par des enseignants étrangers à des élèves étrangers n'a rien de surprenant.

L'activité de formulation (orale et écrite) est ici encore plus indispensable car elle va participer, non seulement à la construction de la connaissance mathématique, mais aussi à celle de la langue française également en cours d'apprentissage par les élèves.

Or la complexité du discours à produire est grande et le vocabulaire adéquat manque. Deux codes sont imbriqués : la langue dite naturelle et le code symbolique mathématique, la langue utilisée en mathématiques étant « une langue résultat d'une véritable interaction entre ces deux codes de grammaire et de fonctionnement profondément différents » (Laborde, 1992).

La situation est encore plus complexe ici du fait de la difficulté des élèves, dont le français n'est pas la langue usuelle, à utiliser en situation mathématique, de termes qui prennent alors une signification étrangère à celle qu'ils connaissent (ex. des élèves qui savent très bien ce que signifie « *donne* - moi un bout de gâteau » ne savent pas pour autant interpréter correctement la consigne « *donne* l'abscisse du point A », et ne comprennent plus des mots aussi « simples » que : *place, montre que, traçez, cherchons* ... lorsqu'ils sont utilisés en mathématiques), sans parler des *donc, si, alors*, utilisés dès l'apprentissage du raisonnement. Il serait illusoire de croire qu'une augmentation des séances hebdomadaires de français ou encore que l'apprentissage d'un « lexique » mathématique pourrait faire disparaître les problèmes de langage en mathématiques (ou en sciences).

Le professeur de mathématiques des classes bilingues doit comprendre et assumer sa double mission : apprendre des mathématiques aux élèves, mais également contribuer, en complément du professeur de français, à l'apprentissage de la langue française. Pour cela, il lui faut veiller à effectuer un travail systématique, lors de chaque introduction d'un nouveau type de consigne, sur la compréhension de l'acte de langage correspondant (reformulations, éventuellement recherche d'équivalents en lao...), et être vigilant afin que l'élève voie bien la spécificité, dans la situation mathématique, de l'emploi de mots bien connus par ailleurs.

EMERGENCE DE RECHERCHES EN DIDACTIQUE DE L'EPS A GRENOBLE

RICHARD REFUGGI & JOËLLE AUBERT
EROS, Université Joseph Fourier, Grenoble 1

Dans le cadre de cette table ronde organisée sur le thème « recherche en didactique et formation des maîtres », notre intention est d'une part de montrer comment la recherche en didactique de l'Education Physique et Sportive (EPS) a émergé à Grenoble à partir d'un dispositif de formation continue des enseignants original puisque touchant à l'époque près de la totalité des enseignants et d'autre part de préciser le rôle qu'à pu jouer Claude Comiti, en tant que directrice de l'Institut de Formation des Maîtres de l'université Joseph Fourier.

Avant 1983 existait en EPS un dispositif de formation continue de masse autogéré touchant plus de 90 % des enseignants qui avait été organisé hors éducation nationale, dans le cadre de la jeunesse et des sports. Un ensemble de stages leur était proposé tant au niveau des secteurs (regroupement géographique d'établissements), que du département ou de l'académie. Ces stages étaient encadrés par des enseignants d'EPS formateurs dans les écoles de cadre : l'UFRAPS et le CREPS. Ces formateurs étaient dans leur très grande majorité d'anciens enseignants, dont l'expertise dans l'enseignement d'une des activités physiques et sportives programmées dans le cadre scolaire était reconnue par les enseignants, et qui avaient plus souvent réfléchi sur les questions scolaires. Mais de par leur position institutionnelle, ils n'avaient plus à l'époque la possibilité de conserver des rapports professionnels avec l'enseignement scolaire. Ce qui fût ressenti comme une source de dysfonctionnement et d'insatisfaction dans l'offre de formation ressentie tant de la part des stagiaires que des formateurs eux-mêmes.

C'est la raison pour laquelle des groupes de « recherche action », ont été créés en 1983, au sein de l'IFM. Ceux-ci regroupaient des enseignants d'établissement scolaire et

de l'UFR APS (à statut non universitaire) et du CREPS. Leur fonction était de construire des contenus d'enseignement rénovés, d'élaborer des documents à l'usage des enseignants et d'assurer de formation (vivier de formateurs). Ces groupes ont constitué en fait une communauté de réflexions, de mise en commun d'expériences, de mises en formes de celles jugées les plus pertinentes en vue de les faire connaître. Les thèmes sur lesquels ils ont travaillé se situaient à l'intersection des orientations et des débats du système éducatif et de la discipline, des demandes émanant de la formation continue et des préoccupations professionnelles des membres des groupes face à leurs propres classes. Ils ont été créés en partenariat avec les IPR et la MAFPEN, cette dernière instance ayant octroyé 3 demi-services que nous avons appelé « enseignant-formateur-chercheur » (EFC). Ceux-ci devaient être attribués en effet aux enseignants en poste dans les établissements scolaires et qui assuraient déjà de nombreux stages de formation et qui se devaient, avec cette décharge de service, de participer à l'organisation et à l'encadrement de ces groupes de recherche.

L'activité de ces groupes a eu un rayonnement important. En 1994 par exemple, ces groupes étaient au nombre de 10 (huit sur l'analyse des contenus d'enseignement en EPS et production de vidéo support de formation. et les conditions de leur communication en classe, 2 sur l'apport des technologies « nouvelles » informatique) et cent trente enseignants y étaient inscrits, ce qui représentait environ 1/10^{ème} du corps professoral. Ces derniers assuraient alors près de 70% des actions de formation proposées dans le cadre de la MAFPEN. Leurs publications constituaient près de 75% des documents publiés par le service des publications IFM et 95 % de leur diffusion. Ils assurèrent en plus l'organisation du premier colloque national centré sur la « recherche et la formation en EPS, en partenariat avec l'UFRAPS et prirent une part active à l'organisation des universités d'été de didactique de l'EPS proposé au plan national par l'AEPEPS (sorte d'association de spécialistes de l'enseignement de l'EPS)

En appui à ce premier dispositif qui a perduré jusqu'à ces dernières années, été créé en 1986-87 *un groupe d'une autre nature : le « groupe de recherche expérimental » (GREX)*. Ce nouveau groupe, plutôt axé sur l'expérimentation en classe de séquences d'enseignement, était composé d'une dizaine de collègues et structuré en deux équipes : l'une centrée sur l'enseignement de la gymnastique, l'autre de l'athlétisme. Il s'agissait de pouvoir identifier par l'étude de ce qui se passait effectivement en classe, ce que produisaient les séquences d'enseignements préalablement élaborées par les équipes et de réguler ces projets à partir des écarts constatés entre les effets espérés sur le comportement des élèves et ceux effectivement observés. L'enjeu principal de ces

groupes était de pouvoir contrôler l'efficacité des dispositifs d'enseignement conçus au sein de ces groupes.

En 1989-1990, un processus d'intégration de ce groupe au sein de l'équipe APS et environnement du laboratoire RESACT SPORT de l'UFRAPS a été amorcé. Celui-ci a abouti à l'intégration dans le cadre de travaux universitaires (DEA) de trois de ses membres et à la disparition de ce groupe. Ces trois membres, étant ou ayant été EFC, ont soutenus leur mémoire de DEA en 1990 et 1991, sur les thèmes des représentations, de la transposition didactique et des obstacles à l'enseignement de techniques par résolution de problème en EPS. Deux d'entre eux ont soutenu leur thèse en 1996 et 1997 avec pour sujet les « obstacles épistémologiques à l'élaboration par les élèves de collèges de leur technique de nage » (Richard Refuggi) et « Les Représentations sociales et comportements en gymnastique d'élèves de collèges » (Joelle Aubert). Des travaux qui se caractérisaient par un emprunt de concepts aux champs de la didactique des mathématiques et des sciences ou de la psychologie sociale afin de pouvoir interpréter certaines conduites dans la perspective de créer les conditions susceptibles de les faire évoluer dans le sens souhaité par l'institution scolaire.

Aujourd'hui ces deux enseignants, MCF à l'UJF et à l'IUFM, en encadrant un thésard et un étudiant en DEA STAPS, ouvrent la voie d'un accès direct à une formation à la recherche dans le cadre universitaire.

Cette émergence au plan local s'inscrit dans un contexte favorable au plan national. En effet, l'intégration de l'EPS à l'éducation nationale (1981), le rapport Carraz (1983), la création d'une équipe de didactique de l'EPS à l'INRP (1982) et d'une option APS dans le cadre du DEA didactique des disciplines (Orsay-Cachan., 1990.) et l'organisation d'un séminaire national en didactique des APS, sont autant d'événements qui ont favorisé l'émergence de travaux de recherche sur l'ensemble du territoire : la première thèse pouvant être clairement identifiée comme relevant d'une approche didactique, ayant été soutenue par Chantal Amade Escot en 1991.

Elle s'inscrit aussi dans un environnement local très stimulant. En effet la création de la MAFPEN, et les politiques impulsées par ses chefs d'alors (J Boutet, B Cornu, C Moser) ont permis de conjuguer la montée en puissance de la formation continue des enseignants et la création de groupes de réflexion, d'étude ou de recherche dans différentes disciplines scolaires.

À ce contexte favorable, il faut ajouter les initiatives prises par Claude Comiti, alors directrice de l'IFM, qui, relayées le plus souvent par les forces sociales (syndicats notamment), ont grandement contribué à faire naître, reconnaître et évoluer ce dispositif propre à l'EPS et à orienter et façonner les politiques de formation des enseignants,. Elle a su par exemple saisir dès le départ l'opportunité de notre demande pour insérer ces groupes dans l'IFM et faire participer certains représentants à la vie de cet institut, ou bien utiliser la politique d'appel d'offre du ministère pour nous inciter à créer le groupe de recherche expérimental. Elle a su enfin agir au plan institutionnel pour faire reconnaître par l'institution la fonction recherche des EFC contre l'avis et les injonctions des inspecteurs généraux EPS de l'époque.

Des initiatives d'un autre ordre ont permis de stimuler l'activité des différents groupes créés à l'intérieur même de l'IFM. La mise en place du séminaire IFM et la réalisation de ses actes, la création du comité scientifique sont des mesures qui nous ont engagés dans un processus de communication et de confrontation de nos travaux avec ceux des autres groupes ou des équipes de recherches déjà constituées ou encore de chercheurs avérés. La mise en place d'un dispositif de publication des travaux et d'un centre de documentation ont grandement dynamisé nos travaux en facilitant la circulation des savoirs.

En nous obligeant à revenir après coup sur une expérience que nous avons vécue et qui a grandement contribué à nous faire passer d'une fonction enseignante dans un établissement scolaire du secondaire à une fonction d'enseignant chercheur à l'université ou à l'IUFM, cette table ronde m'a fait prendre conscience qu'en fait, ce processus n'a été possible que parce que certaines conditions ont pu permettre à une communauté d'enseignants d'exister et de pouvoir « travailler » c'est-à-dire réfléchir, étudier, chercher à notre niveau et rendre public ses travaux au sein d'une double communauté : la communauté professionnelles d'origine (enseignants EPS) et la communauté de la recherche et que d'autres ont fait évoluer (par ruptures successives) la nature du travail intellectuel opéré au sein de ces groupes. C'est ainsi que nous sommes passés par paliers successifs d'une activité de réflexion proposition (GRAF) à l'étude de l'enseignement d'une manière a-théorique (GREX) à l'étude à partir d'un cadre conceptuel (DEA Thèse) pour aujourd'hui générer des études à partir d'un cadre théorique d'ordre didactique (Théorie anthropologique du didactique par exemple)..

Ceci m'amène aujourd'hui à considérer cette émergence de la recherche en didactique de l'EPS sur le site grenoblois comme résultant d'un long processus adaptatif d'une

communauté de professionnels de l'enseignement à des exigences évolutives portant sur la nature du travail intellectuel à réaliser.

Ceci ne doit pas laisser supposer que la formation à la recherche se serait pour ainsi dire faite sur le tas. Il est important de préciser en effet qu'en complément de cette formation par l'action, s'est opérée une formation plus académique en participant au DEA des disciplines scientifiques, participation qui nous a grandement aidé à nous familiariser aux concepts de la didactique de ces disciplines, à structurer notre pensée et à échanger avec les chercheurs en didactique de ces disciplines.

Nous ne pouvons terminer cette intervention sans dire quelques mots sur le rôle de Claude dans ce dispositif et ce en tant que directrice de l'IFM. Nous l'assimilerons à celui de « Passeur ». Dans les sports collectifs, le passeur est celui qui transmet le ballon, mais c'est aussi qui fait jouer les autres et, en les mettant en situation favorable de tir ou de smash, les fait briller. Dans le langage courant, ce terme désigne celui qui traverse un cours d'eau avec un bac et, par extension, celui qui fait passer clandestinement les frontières, traverser les lieux interdits. Je crois effectivement que Claude nous a permis d'accéder à la recherche universitaire en STAPS qui de par les orientations scientifiques qui étaient développées à l'époque nous était interdit. Que tu sois ici remerciée pour le chemin que tu nous a aidé à frayer dans cet univers qui nous était étranger.

LA SITUATION FLOREX : UNE SITUATION ADIDACTIQUE POUR L'APPRENTISSAGE DE LA CLADISTIQUE EN CM2

PATRICIA MARZIN, ÉRIC TRIQUET, BRUNO COMBAZ
LIDSET, Université Joseph Fourier & IUFM de Grenoble

La situation Florex a été imaginée pour que des élèves de cours moyen (cycle 3) apprennent une méthode d'observation et de reconnaissance des arbres. Notre but était de créer une situation adidactique en biologie qui réponde aux critères proposés par Guy Brousseau c'est-à-dire :

une situation à finalité didactique (organisée par l'enseignant) où le sujet répond comme si la situation était non didactique (c'est-à-dire indépendamment des attentes de l'enseignant) (Brousseau, 1986).

Si ce type de situation est assez couramment mise en œuvre en physique ou en mathématique, ce n'est pas le cas en biologie. En effet s'il est assez facile d'isoler et de maîtriser les paramètres et de réduire le nombre de notions à acquérir dans une situation d'enseignement en mathématiques ou en physique, en biologie, les notions sont souvent nombreuses et imbriquées et donc plus difficile à isoler. Pour certains concepts pourtant cela paraît possible. Éric Triquet (1988) l'a montré par exemple pour le concept de tectonique des plaques en géologie. La cladistique, qui est la science qui étudie la classification du vivant et qui, à partir d'une observation fine et ordonnée, va permettre d'identifier une espèce végétale ou animale, nous semble être un concept propice pour créer une situation adidactique.

La situation Florex a d'autres particularités : elle se situe dans un bois, en dehors des murs de la classe. Le scénario pédagogique est sous-tendu par une activité ludique qui comporte un enjeu, une instrumentation, des règles, plusieurs stratégies possibles, des contraintes, un début, une fin.

Après avoir été créée, la situation a été mise en œuvre avec une classe de CM2 et des observations ont été effectuées sur le terrain. Dans cet article, nous présentons le cadre théorique dans lequel nous nous inscrivons, la situation Florex et son dispositif d'enseignement, l'analyse didactique de la situation, quelques éléments sur la mise en œuvre que nous discuterons au regard des objectifs que nous nous étions initialement fixés.

Ce travail a fait l'objet d'un mémoire de DEA soutenu par Bruno Combaz (Combaz, 1997), et dirigé par Patricia Marzin¹.

1. Florex une situation adidactique en biologie

1.1. La cladistique ou l'étude de la classification du vivant

La cladistique n'est pas très à la mode aujourd'hui, la communauté scientifique reconnaît mieux la biologie moléculaire ou la génétique, que l'écologie la systématique ou l'anatomie qui font appelle à une vision naturaliste et plus globale de notre discipline. La cladistique est pourtant une discipline très importante qui a contribué à établir des fondements de la biologie. En effet, pour comprendre comment les êtres vivants sont organisés et d'où ils viennent, les scientifiques les ont classés, et catégorisés. La systématique a ainsi permis d'établir des relations entre les espèces et de réfléchir à leur évolution. Les catégories ne sont pas figées et c'est une science qui est encore en mouvement aujourd'hui et qui évolue avec les différentes hypothèses sur les relations entre les espèces, animales et végétales. C'est aussi une science descriptive, elle comporte un aspect méthodique, exigeant et rigoureux, qui permet d'identifier, à l'aide d'un certain nombre de critères, un végétal ou un animal.

Ce concept a été choisi par plusieurs raisons. Il semblait important que des élèves de primaire aient une vision de la classification du vivant afin qu'ils puissent appréhender la diversité d'un monde qui peut parfois apparaître uniforme. Il est important que les élèves puissent savoir où se situent les différences. Certains élèves vivant en ville ont de moins en moins de contact avec la nature aussi bien dans leur milieu familial qu'à l'école où il n'est pas toujours évident pour les enseignants de faire manipuler le vivant. Cette situation propose un exemple d'appréhension du vivant et de l'apprentissage de l'observation. Enfin le fait qu'il s'agisse de l'apprentissage d'une méthode, d'un savoir faire a été aussi pour nous intéressant.

Les critères d'observation suivants ont été retenus : l'aspect général de l'arbre, la présence de feuilles ou d'aiguilles, la disposition des feuilles sur la branche, la forme générale de la feuille, les caractéristiques de la feuille (dentée, poilue, ...), la description des fruits.

¹ Le jury du mémoire était composé d'Annie Bessot, Patricia Marzin et Eric Triquet.

1.2. Une situation adidactique et ludique

Comme nous l'avons expliqué dans l'introduction nous avons voulu réfléchir à la mise en place d'une situation où l'élève trouverait les solutions à ses interrogations dans le milieu que nous lui proposons, qui est ici à la fois didactique et écologique. Il est didactique car ce sont les réponses adaptées des élèves qui vont leur permettre un apprentissage, et écologique car la situation a lieu dans un bois à proximité de l'école. Pour Brousseau, une situation est adidactique si :

entre le moment où l'élève accepte le problème comme sien et celui où il produit sa réponse, le maître se refuse à intervenir comme proposeur de connaissances qu'il veut voir apparaître. L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire acquérir une connaissance nouvelle mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation et qu'il peut la construire sans faire appel à des *raisons didactiques*. (p. 49)

La difficulté est bien dans la construction de cette situation qui possède une logique interne ne nécessitant pas l'intervention du maître. Notre objectif est de construire une situation où l'élève interagit avec un milieu antagoniste qui lui permette d'apprendre une méthode de reconnaissance des arbres. La difficulté est de mettre en place les conditions d'une réponse du milieu qui permette l'apprentissage d'une méthode. Pour se faire nous avons construit une situation ludique, pour la définir nous utilisons les critères proposés par Guy Brousseau (1986), c'est une situation qui procure du plaisir, qui comporte des règles du jeu, du matériel de jeu, elle nécessite la mise en place d'une stratégie et elle nécessite des choix entre des possibles. Guy Brousseau a utilisé la métaphore du jeu pour décrire une situation didactique, pour la modéliser, pour en faire une analyse didactique, pour étudier les comportements possibles de l'élève, et/ou de l'enseignant, en relation avec une connaissance particulière.

Modéliser une situation d'enseignement consiste à produire un jeu spécifique du savoir visé, entre différents sous-systèmes : le système éducatif, le système élève, le milieu, etc. (Brousseau, 1986, p.75).

Pour lui le côté ludique et « gratuit » de la situation est important pour que l'élève ait envie de s'y impliquer. Dans la situation Florex, l'aspect ludique doit motiver les élèves, pour créer une curiosité, une envie et par la suite un plaisir à comprendre, dans une finalité d'apprentissage.

Dans les paragraphes suivants, nous décrivons la situation Florex, puis nous en proposons une analyse didactique en référence à la théorie des situations de Guy Brousseau.

2. Description des éléments de la situation Florex

2.1. les objectifs d'apprentissage

La situation imaginée vise l'apprentissage de la méthode classique d'identification des végétaux supérieurs, fondée sur une observation fine et ordonnée des caractères du végétal. Elle vise aussi l'apprentissage de connaissances qui sont :

- les principaux critères de détermination des arbres et arbustes, qui concernent dans le cas présent le tronc, les feuilles, et les fruits (voir annexe1),
- les éléments concernant les végétaux étudiés : particularités biologiques de l'espèce, aire de répartition, milieu de prédilection, fréquence de l'espèce en France, utilisation par l'Homme ...

Le niveau de classe concerné est le cycle 3 (CM2).

2.2. La mise en scène de la situation

• Le scénario proposé aux élèves

Bruno Combaz a imaginé un scénario afin de renforcer l'aspect ludique de la situation. Les élèves doivent passer une sélection en vue d'être d'explorateurs. La mise en scène proposée est la suivante :

Un centre de recherche de réputation mondiale cherche à recruter plusieurs jeunes explorateurs afin d'effectuer des études de la flore de la forêt amazonienne. Pour sélectionner ces explorateurs ce centre effectue des tests de compétences dans plusieurs écoles de France. Il s'agit, pour notre classe, de déterminer plusieurs arbres communs en Haute-Savoie répartis dans un parc naturel, et de répondre à différentes questions les concernant.

Cette mise en scène constitue le point de départ de la situation, elle fournit aux élèves le but du jeu, le lieu de la situation, la nature des activités qui consistent à déterminer des arbres et à répondre à des questions.

2.3. Le jeu « Florex »

• Le matériel et l'organisation du jeu

- Il y a **18 arbres à déterminer** qui sont l'Aubépine épineuse, le Chêne sessile, le Chêne pédonculé, le Lierre commun, le Pin cembro, Le Charme commun, le Bouleau verruqueux, le Platane commun, l'Orme Champêtre, le Noisetier commun, le Châtaignier commun, le Houx commun, le Hêtre commun, l'Erable sycomore, la Ronce commune, le

Mélèze d'Europe, l'Epicéa commun, et le sapin blanc. Chaque arbre se voit attribuer sur son tronc une étiquette portant un code spécifique (ex : †, Ò, ‡, ?, f, etc.).

- Le jeu met en compétition des équipes de 3 élèves

- **Chaque équipe dispose de trois types de fiches :**

- **Un ensemble de *fiches roses***, comportant le nom en français et en latin de chacun des 18 arbres à déterminer accompagné de trois questions de connaissance concernant cet arbre. Elles renvoient selon les cas aux particularités biologiques de l'espèce, à son aire de répartition, son milieu de prédilection, sa fréquence en France, voire son utilisation par l'Homme. Les deux premières questions, qui appellent une réponse simple et brève, rapportent 5 points ; la troisième, qui exige une réponse plus développée, est rétribuée par 10 points. Un emplacement est prévu à droite du titre pour l'écriture du code correspondant à l'arbre.

- **Un jeu de *fiches vertes*** correspondant chacune à une fiche sommaire de détermination d'un arbre du parc. On y trouve en haut et à droite le nom en français et en latin, dans l'ordre (critères numérotés) des indications sur les dimensions et l'allure générale de l'arbre, puis des informations sur la feuille (type, forme, disposition, particularités) illustrées par un dessin et enfin une description du fruit avec également une illustration.

- **Un jeu de *fiches bleues***, chacune identifiée par l'un des codes des arbres à déterminer. Elles renferment les éléments de connaissances qui permettent de répondre aux questions de la fiche rose correspondant au même arbre.

• **Le dispositif de contrôle du jeu**

Il est constitué de trois adultes, les animateurs de jeu qui sont assis à une table appelée « table de contrôle » au niveau de laquelle les différents groupes viennent retirer une à une les feuilles vertes de détermination. En échange du code repéré sur l'arbre déterminé les animateurs de jeu délivrent la fiche bleue correspondante. Ils tiennent à jour, sur un tableau visible de tous, l'avancée des différentes équipes dans le jeu. À noter qu'un document d'aide est à la disposition des équipes qui en font la demande ; on y trouve des rappels de botanique et un lexique.

• **Le déroulement du jeu**

– au départ chaque équipe dispose de l'ensemble des fiches roses, elle choisit l'ordre dans lequel elle étudie les arbres et l'annonce à la table de jeu

– à chaque identification, l'équipe note le code porté par l'arbre ; le code est communiqué au meneur de jeu qui en échange donne à l'équipe la fiche bleue correspondante

– dans un troisième temps l'équipe tente de répondre aux questions portées sur la fiche rose en s'aidant de la fiche bleue qui vient de lui être donnée. Si elle y parvient (partiellement ou totalement) elle peut considérer que l'identification est correcte et demander une nouvelle feuille verte ; si elle estime ne pas être en possession des bonnes réponses, donc de la bonne fiche bleue, celle-ci est rendue au meneur de jeu et l'équipe recommence son travail de détermination.

• **Les consignes données aux élèves**

Elles sont données aux élèves au début du jeu :

- le terrain est délimité et les arbres sont repérés avec les élèves,
- le but du jeu est défini et expliqué,
- les élèves savent qu'ils peuvent obtenir des informations sur l'avancée des autres équipes,
- les élèves savent qu'il faut marquer le plus de points possible, le plus rapidement possible,
- le meneur ne pourra les aider que pour préciser le sens d'un mot, mais en aucun cas pour valider une identification.

• **L'enjeu de Florex**

Il est de totaliser le maximum de points à l'issue des 90 minutes de jeu. Pour y parvenir il importe en premier lieu de reconnaître et d'identifier correctement le maximum d'arbres, en second lieu de répondre le plus rapidement possible, et en commettant le minimum d'erreurs, aux questions des fiches roses.

3. Analyse *a priori*

Nous avons désigné les variables didactiques et nous avons envisagé les stratégies possibles de la situation.

3.1. Les variables didactiques

- **Familiarité / non-familiarité des arbres à déterminer**

– *Arbres familiers* : le Platane commun, les chênes (le Chêne sessile, le Chêne pédonculé), le lierre, le Châtaignier commun, le Houx commun, la Ronce commun, le Sapin blanc.

– *Arbres non familiers* : l’Aubépine épineuse, le Pin cembro, Le Charme commun, le Bouleau verruqueux, l’Orme Champêtre, le Noisetier commun, l’Érable sycomore, le Hêtre commun, l’Erable sycomore, le Mélèze d’Europe, et l’Épicéa commun.

• **Ressemblance/ dissemblance des arbres à déterminer**

Les arbres qui se ressemblent et qui sont de la même famille

– le Chêne sessile- le Chêne pédonculé

Il existe des similitudes sur la dimension et la forme du tronc, sur la feuille et sur le fruit. Il y a aussi des différences par exemple chez le chêne pédonculé, il y a la présence de deux oreillettes à la base de la feuille et d’un fruit (gland) à long pédoncule, les feuilles du Chêne sessile sont légèrement poilues sous les nervures.

Il existe des similitudes entre les quatre arbres suivants, l’Épicéa commun (1), le Sapin blanc (2), le Pin cembro (3), le Mélèze d’Europe (4), sur la dimension et la forme du tronc, ainsi que sur la feuille et sur le fruit.

Il y a des différences sur la feuille :

- (1) possède des aiguilles raides de section arrondie, attachées isolément, disposées tout autour du rameau
- (2) des aiguilles attachées isolément, souples, plates, disposées sur un seul plan
- (3) des aiguilles longues, réunies par 5 dans une gaine,
- (4) des aiguilles tendres, groupées en touffes.

Il y a aussi différences sur le fruit :

- (1) possède un cône long et pendant,
- (2) un cône long, dressé,
- (3) un cône ovoïde,
- (4) un petit cône, dressé,

Les arbres qui se ressemblent et qui sont de familles différentes

Chez le Charme commun, le Hêtre commun, l’Orme Champêtre il existe des similitudes sur la dimension et la forme du tronc, sur la forme des feuilles qui sont dans les trois cas ovales, pointues, dentées, et des différences sur la feuille qui est faiblement dentée pour le Hêtre, ondulée et dentée pour le Charme et doublement dentée pour l’Orme. Il y a des différences sur le fruit : une bogue hérissée à

section triangulaire pour le Hêtre, une graine dure entourée de trois longues bractées pour le Charme, un disque vert contenant une graine au centre pour l'Orme.

Chez l'Aubépine épineuse et la Ronce commune il y a des similitudes sur la dimension des rameaux qui comportent des épines dans les deux cas. La feuille comporte 3 à 5 lobes et elle est piquante chez la Ronce

Les catégories d'arbres qui diffèrent singulièrement des autres

- Par la taille : les arbrisseaux (Aubépine épineuse), et les arbustes (Ronce commune, Houx).
- Par la forme (pyramidale) et par les feuilles (en aiguilles) : les conifères (l'Épicéa commun, le Sapin blanc, le Pin mugo, le Mélèze d'Europe).

3.2. Analyse *a priori* des stratégies optimales des stratégies (S) et procédures (P)

Après avoir identifié les différentes variables didactiques nous allons envisager les stratégies et les procédures possibles pour les groupes d'élèves.

• Stratégie S1 : recherche des arbres familiers

Procédure P1 :

- sélection d'un nom d'arbre connu sur la fiche rose
- demande de la fiche verte correspondant à cet arbre
- recherche visuelle de l'arbre
- vérification de l'identification au moyen de la feuille verte (facultative)
- relevé du code présent sur le tronc
- échange du code contre la fiche bleue correspondante et réponses aux questions

Il est à noter que la stratégie S1 peut être complétée par une stratégie S1' prenant en compte le critère « taille » de l'arbre. Dans une perspective de gain du temps lors de la 3ème étape de la procédure, il est plus efficace de commencer par les arbres les plus grands (critère de taille du tronc). Le Platane peut être en effet repéré à vue, alors que le Houx, également présumé comme familier, ne peut-être identifié qu'à proximité.

Stratégie S1' : commencer la recherche des arbres familiaux par les arbres les plus grands.

• **Stratégie S2 : recherche des arbres non familiaux**

Procédure P2 :

- sélection d'un nom d'arbre inconnu sur la fiche rose
- demande de la fiche verte correspondant à cet arbre
- recherche de l'arbre au moyen de la feuille verte
- relevé du code présent sur le tronc
- échange du code contre la fiche bleue correspondante et réponses aux questions

Il est à noter que la stratégie S2 peut également être complétée sous l'effet de l'autre variable ressemblance/différence. Il peut en résulter des modifications de la procédure qui lui est associée (P2).

Deux éléments sont cette fois à considérer :

- le risque d'erreurs est plus grand sur les arbres dont la liste comprend d'autres représentants de la même famille dans la mesure où le critère « ressemblance » avec d'autres est fort,
- plus un arbre est associé sur la liste à des arbres avec lesquels ils présentent des ressemblances, plus son identification au moyen de la fiche verte doit donc être poussée.

Stratégie S2' : lors de l'identification des arbres non familiaux, commencer par des arbres dont la liste ne comprend pas d'autres représentants de la même famille.

Procédure P2' : à la 3ème étape l'examen des critères mentionnés par la fiche verte pourra éventuellement donc se limiter, tout en étant déterminante, à l'examen du tronc (ex : pour le bouleau), ou de la feuille (ex : Érable).

En revanche, lors de l'identification des arbres non familiaux, mais associés à des arbres de la même famille, un examen complet de la fiche rose paraît incontournable.

Procédure P2'' : à la 3ème étape l'examen des critères mentionnés par la fiche verte sera menée jusqu'au bout (du tronc aux fruits)

La procédure P2'' peut s'avérer risquée dans la mesure où, nous l'avons vu, il existe des arbres présentant des ressemblances sans toutefois être de la même famille. La mise en jeu de cette procédure peut entraîner, une généralisation de la procédure P2'' sur les exemples non familiaux.

3.3 Les différentes phases

– 1ère phase : dévolution

Cette phase est initiée par le contexte même du jeu Florex proposé aux élèves, qui délèguent aux équipes la responsabilité de l'identification des arbres du parc. La mise en place effective au moment de la mise en œuvre de la procédure de base dans l'identification des arbres familiaux permet une appropriation à la fois des règles du jeu et du contenu des fiches (fiches roses : nom des arbres et questions ; fiches vertes : critères de détermination ; fiches bleues : réponses aux questions).

– 2ème phase : situation d'action à caractère didactique

Il y a utilisation des critères de détermination de la fiche verte pour identifier les arbres listés sur la fiche rose (il s'agit ici d'identifier, un à un, chaque arbre de la fiche rose de façon à noter leur code spécifique, retirer la fiche bleue correspondante, et associer les réponses qu'elle contient aux questions de la fiche rose). Deux démarches sont alors possibles soit une démarche de vérification pour les arbres familiaux, soit une démarche de découverte pour les arbres non familiaux. Dans les deux cas de figure, il peut s'agir uniquement d'une mobilisation "en acte" des critères, sans recours à leur explicitation.

– 3ème phase : temps de validation à l'intérieur de la situation d'action

Il y a association des réponses contenues dans la fiche bleue aux questions posées dans la fiche rose. En cas d'impossibilité, il y a remise en cause de l'identification de l'arbre via son code et retour des recherches à partir de la fiche verte.

– 4ème phase (non obligatoire) : temps de formulation suite à l'invalidation de la détermination d'un arbre

La remise en cause de l'identification d'un arbre via son code peut faire apparaître, au sein du groupe, la nécessité d'une formulation à la fois de la procédure utilisée et des critères mobilisés, de façon à repérer à quel moment le groupe a commis une erreur.

Le changement de procédure (ex : de P2' à P2''), comme choix du groupe, peut être le résultat d'un temps de confrontation de différents points de vue au cours duquel apparaît la nécessité de formuler oralement certains critères.

Pour que le groupe gagne il est nécessaire que l'élève qui « sait jouer » parvienne à convaincre ses partenaires du bien fondé de sa stratégie (ex : de mobiliser les critères dans un certain ordre, de privilégier sur un exemple particulier un critère particulier).

Les deux conditions d'une situation de formulation apparaissent ici : la nécessité de communication entre des élèves coopérants, l'existence de positions dissymétriques à l'intérieur du groupe.

4. Analyse du déroulement de la situation Florex

Nous présentons succinctement ce qui s'est passé quand la situation a été mise en œuvre avec les élèves.

4.1. Problématique de la recherche

En mettant en place cette situation nous nous demandons :

- si la situation Florex permet l'apprentissage de la méthode de détermination pour des élèves de cycle 3 ?
- si la situation Florex amène les élèves à une stratégie gagnante qui se rapprocherait de la démarche de détermination classique, où la feuille et sa morphologie générale sont à la base de l'identification ?
- quelles sont les stratégies mises en œuvre par les élèves au cours du jeu ?

Nous faisons les hypothèses suivantes :

- Pris au jeu les élèves cherchent toujours à gagner.
- La validation se fera par le jeu lui-même et non par le meneur ou par l'enseignant.
- La situation Florex permet un apprentissage de la démarche d'identification basée sur une observation fine et ordonnée des caractères de l'espèce végétale concernée.
- La situation va être vécue par les élèves, comme une situation ludique et motivante.
- La stratégie gagnante permet un apprentissage de la démarche classique de détermination.

Les données issues de la mise en œuvre de la situation sont :

- Plusieurs types d'observations à la table centrale
- un enregistrement vidéo
- un questionnaire post-jeu distribué trois jours après aux élèves.

La situation a été proposée à une classe de 18 élèves de CM2 d'une école primaire de Haute-Savoie. Les élèves ont été répartis en six équipes de trois.

4.2. La méthodologie

Des observations sont mises en place depuis la table centrale, dans le but de vérifier la validité des différents éléments du jeu et l'évaluation éventuelle des stratégies d'élèves. Les observations sont guidées par une grille. Les observables portent sur :

- l'attitude des enfants au départ pour rendre compte de leur motivation.
- l'évolution de l'intensité et du rythme du jeu au cours du temps, (indicateurs = bruits, course, réflexion, ...)
- le taux de remise en question de la détermination après remise de la fiche bleue
- les temps de passage à la table centrale
- le repérage de l'équipe gagnante
- le nombre de points marqués, le nombre d'arbres déterminés

Un tableau est rempli dans lequel est pris en note le nombre et le temps de passage de chaque équipe.

L'enregistrement vidéo

Les passages de toutes les équipes sont filmés à un seul poste. Pour cela un arbre, le chêne, a été choisi.

La grille d'analyse porte sur l'évolution de la démarche de reconnaissance, le temps passé devant chaque arbre, les discussions entre élèves, l'utilisation des fiches ainsi que sur les interactions et les conflits internes aux groupes.

Un questionnaire post-jeu a été distribué aux élèves dans le but de vérifier les évolutions de la démarche des élèves et leur apprentissage.

4.3. Quelques résultats

Fonctionnement des différentes phases du jeu

Les élèves mettent beaucoup de temps (environ 15 minutes) à s'approprier les règles et les différents éléments du jeu. Ils ont des difficultés à utiliser les fiches bleues qui décrivent chaque arbre et qui comportent beaucoup de textes. Il y a certainement trop d'informations à lire et à prendre en compte à partir des différentes fiches. Les enseignants doivent ré-expliquer les règles et le fonctionnement du jeu. Après ce temps d'appropriation, les élèves accélèrent leur rythme de passage à la table centrale et ils s'organisent entre eux, ils se répartissent les tâches dans le groupe, différentes stratégies se mettent en place.

Les élèves qui réussissent le mieux ne sont pas forcément de bons élèves en classe. La situation semble développer des compétences qui ne sont pas forcément valorisées habituellement à l'école.

Les stratégies mises en place par les élèves

Dès le début du jeu, les élèves font appel à l'observation et à la comparaison entre le dessin et la feuille de l'arbre.

Dans un premier temps, deux équipes commencent par identifier les arbres qu'elles connaissent, les élèves disent « on fait le lierre c'est plus facile », les autres équipes identifient le premier arbre proposé par la fiche rose. Ensuite toutes les équipes vont d'abord chercher à identifier les arbres qu'elles connaissent, puis vont prendre les arbres dans l'ordre où ils sont proposés par la fiche.

D'autres stratégies vont être inventées par les élèves. Une première stratégie que l'on pourrait appeler de stratégie de déplacement minimum est adoptée par un groupe qui va ramasser toutes les feuilles des arbres et inscrire le code dessus, ils veulent ainsi gagner du temps en réduisant les déplacements. Cette stratégie va s'avérer assez efficace puisque ce groupe arrive second mais pas gagnante car d'autres éléments que la forme de la feuille sont nécessaires pour répondre correctement aux questions posées.

D'autres équipes vont essayer de mémoriser des éléments des arbres et vont essayer de s'en rappeler quand ils verront les schémas sur les fiches vertes. Ces deux stratégies montrent bien que les élèves ont bien compris qu'il était nécessaire d'observer des éléments des arbres, et la feuille en particulier, pour arriver à le reconnaître. Les procédures utilisées vont par contre différer d'un groupe à l'autre.

Les élèves sont placés dans une contradiction : ils doivent concentrer leur attention sur l'observation des arbres afin de les reconnaître, ils doivent aussi réfléchir pour répondre aux questions posées qui leur rapporteront des points et ils doivent aller vite. Les élèves vont gérer cette contradiction par un calme visible dans leur attitude tout au long du jeu, car plus le jeu avance et plus les élèves se calment, et une accélération du rythme du jeu au fur et à mesure que le temps passe. Ils disent : « attendez on l'a déjà vu », ou « on regarde d'abord, j'en ai marre de courir ». L'augmentation du rythme à la fin du jeu est surtout très grande pour les quatre groupes de tête. Chaque groupe connaît, à chaque fois qu'il passe à la table centrale, le score de toutes les équipes, y compris la leur. Les élèves peuvent ainsi ajuster leurs objectifs en fonction des autres pour gagner.

Le côté ludique de la situation

De nombreuses données : les réponses des élèves au questionnaire, les observations pendant le jeu montrent que les élèves ont éprouvé du plaisir à vivre cette situation. Les réponses à la question « est-ce que tu t'es amusé pendant le jeu ? As-tu aimé jouer ? Pourquoi ? » sont positives pour tous les élèves sauf un, les élèves disent : « oui j'ai aimé jouer parce que c'était bien », « c'était amusant », « j'aimais bien aller chercher l'arbre qui correspondait à la fiche avec mes copines ».

Certains élèves ont aussi aimé la situation parce qu'elle se déroulait dans la nature : « c'est amusant de jouer avec les arbres », « oui j'ai aimé jouer parce que j'étais dans la nature ».

Quatre élèves ont aimé la situation et ils ont aussi aimé apprendre : « oui j'ai aimé jouer car ça changeait des jeux, on étudie un métier », « oui car c'était un jeu d'équipe et un jeu de piste en même temps. En plus c'était très instructif », « je me suis amusé parce qu'en même temps, j'ai appris des choses ».

La notion d'équipe est aussi citée plusieurs fois comme un élément de plaisir.

Nous pensons que la situation proposée fut motivante pour les élèves et que son côté ludique et plaisant a contribué à l'apprentissage visé.

L'apprentissage de la méthode de reconnaissance

Les données recueillies montrent que l'apprentissage porte sur la détermination des espèces en lien avec l'observation de la feuille et de ses caractéristiques, ainsi que les critères de reconnaissance d'un végétal. Les données qui nous permettent d'affirmer ceux-ci sont de plusieurs natures. Plusieurs questions du questionnaire portaient sur la démarche qu'il faut utiliser si l'on veut reconnaître des arbres et des animaux. À ces

questions, les élèves ont dans leur grande majorité répondu en proposant une démarche d'observation soit des feuilles seules (4/17), soit des feuilles et d'autres éléments de l'arbre comme l'écorce des arbres, le tronc, la tige, les fruits, ... 10/17). Trois élèves vont proposer une véritable démarche de reconnaissance « on doit regarder si c'est un conifère ou autre, ensuite ses feuilles, après son tronc et en dernier s'il y a des fruits et lesquels. Après ça je devrai connaître son nom ». Cette réponse est d'autant plus remarquable qu'elle a été formulée par écrit, trois jours après le jeu.

5. Discussion et conclusion

Nous avons montré ci-dessus que les stratégies et les procédures mises en place par les élèves correspondent en partie à celles proposées dans l'analyse a priori, même si d'autres stratégies ont aussi été inventées par les élèves. Les variables didactiques familiarité/non-familiarité, ressemblance/dissemblance, familles identiques/familles différentes ont fonctionné. Un élève dit même « Le sapin, c'est le petit de l'épicéa ».

Les élèves ont essayé de répondre coûte que coûte aux questions posées sur la fiche rose, et certains groupes ont parfois fait une reconnaissance erronée en suivant les arguments de l'élève qui détenait la fiche verte et grâce à laquelle il s'est attribué un rôle de meneur dans le groupe. Nous interprétons ces observations comme un effet de contrat didactique qui semble aussi avoir fonctionné ici.

Enfin la validation de la situation a bien été possible par l'utilisation de la fiche bleue, cette phase fut pour nous la plus difficile à mettre en place. Car comme le dit très justement Bruno Combaz :

en matière de vivant il y a peu de milieux réagissant toujours de façon identique (...).
La validation par le milieu purement naturel semble très difficile à assurer à 100%.
(Combaz, 1997, p. 55)

La mise en œuvre et l'analyse de la situation nous suggèrent plusieurs modifications : la question à 10 points est à supprimer car elle est trop difficile pour les élèves. La quantité d'informations mises à la disposition des élèves est trop importante, ils ne peuvent pas gérer l'ensemble de ces informations, il faudra donc en supprimer. Enfin le nombre d'arbres à reconnaître est trop grand par rapport au temps laissé aux élèves, il faut donc soit diminuer le nombre d'arbres, soit allonger le temps du jeu.

La théorie des situations de Guy Brousseau nous a permis de réfléchir à une situation en biologie qui s'approche le plus possible d'une situation adidactique. Cette « tradition » d'enseignement ne fait pas partie des pratiques courantes pour l'apprentissage de la biologie, que ce soit au primaire comme au secondaire. Notre

analyse *a priori* montre combien ce type de situation est lourde à mettre en œuvre, et comme il est difficile d'isoler des variables dans un milieu qui comprend des éléments vivants. Le matériel et les supports utilisés pour l'enseignement de la biologie est aussi souvent divers (microscope, plantes, organes animaux, courbes à analyser, relevés chiffrés, ...), alors que pour faire des mathématiques souvent la feuille de papier et le crayon sont les seuls éléments de la situation. Néanmoins les résultats de l'expérimentation montre une grande efficacité en terme d'apprentissage, des notions visées. La situation Florex a permis en effet de faire vivre et d'opérationnaliser la méthode d'identification et de reconnaissance des plantes, par la mise en place d'une situation ludique et plaisante, ce qui était notre objectif premier.

Bibliographie

BROUSSEAU G., (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *RDM* Vol 4.2. pp 164-198. La pensée Sauvage, Grenoble

BROUSSEAU G., (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *RDM* Vol 7.2. pp 33-115. La pensée Sauvage, Grenoble.

CANGUILHEM G. (1965). Le vivant et son milieu, in *La connaissance de la vie*. Ed. Vrin, Paris.

CARBONNEL J., (1982). Le jeu en crise. *Les cahiers pédagogiques*, 207-208, octobre-novembre 1982, pp 15-16.

COMBAZ B., (1997). *Étude de la théorie des situations appliquée à la biologie à travers un jeu traitant de la détermination florale : Florex*. Mémoire de DEA de didactique des disciplines scientifiques, Université Joseph Fourier, Grenoble 1.

FAUCON C., (1995). *Évolution des conceptions d'élèves de 8-9 ans sur les relations trophiques dans un écosystème à la suite d'un jeu*. Mémoire de DEA de didactique des disciplines scientifiques, Octobre 1995, Université Lyon 1.

JANVIER P., TASSY P., THOMAS H., (1980). Le cladisme. *La recherche*, 117, Décembre 1980.

MARGOLINAS C., (1989). *Le point de vue de la validation : essai de synthèse et d'analyse en didactique des mathématiques*. Thèse de doctorat, Grenoble 1.

PIAGET J., (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Ed Delachaux et Niestlé, Genève.

TRIQUET E., (1988), mémoire de DEA de didactique des disciplines scientifiques, Université Grenoble 1. (Titre à compléter).

VIAU R. (1996). La motivation, condition essentielle de réussite. *Sciences humaines* N°12, février-mars 1996.

ANNEXE

Critères de détermination d'un arbre ou arbuste

Tronc

- Dimensions, déterminant la catégorie : arbres, arbrisseau, plante grimpante
- Allure générale : cime pointue, arrondie, étalée ; tronc en une seule partie ou ramifié, branches pendantes, redressées, tordues
- Pied de l'arbre : avec ou sans jeunes pousses
- *Écorce* : couleur, présences de crevasses, de reliefs, etc.

Feuilles

- Type de feuilles : feuilles à limbe large et aplati soutenu par des nervures ; feuilles très étroites en aiguilles ou en écailles
- Forme :
 - simples ou composées ; composées palmées, pennées
 - rondes, ovale, allongée
- Disposition : alternes, opposées, groupées
- Particularités : dentées ou non ; poilues ou non,

Fruits et Graines

- Dimensions
- Forme
- couleur
- consistance
- Présence d'éléments annexes : écailles, bractées, piquants, poils

SAVOIRS MATHÉMATIQUES ET INSTITUTIONNALISATION DE SAVOIRS PROFESSIONNELS

ANNIE BESSOT, MADELEINE EBERHARD & SYLVAIN DÉSPREZ

Équipe Didactique des Mathématiques, Laboratoire Leibniz, Grenoble 1
Lycée professionnel et technologique des métiers du bâtiment Roger Deschaux

Le travail d'analyse que nous proposons porte sur l'observation d'une séance d'enseignement réalisée dans le cadre d'une recherche sur la place des savoirs mathématiques dans les savoirs professionnels. Nous nous intéressons plus particulièrement aux savoirs associés aux grandeurs et à la mesure dans les métiers du bâtiment.

Après une description rapide du contexte de l'observation, nous présentons une tâche qui permet de se familiariser avec les contenus d'enseignement qui sont enjeux de la séance observée. Puis nous proposons une analyse des données d'observation en termes d'institutionnalisation et de gestion par l'enseignant.

1. Le contexte de l'observation

La séance observée est un T.D. de l'enseignement de « construction » d'une classe de STI du lycée Roger Deschaux. Les élèves de ces classes se destinent à une activité professionnelle d'encadrement de chantier. L'enseignant est depuis moins de cinq ans professeur de construction, après avoir été conducteur de travaux. Nous le désignerons par JP.

L'enjeu de l'enseignement est « l'avant-métré ».

Un résumé du cours L7 de « Méthode »¹ rend compte du rôle et des caractéristiques générales de l'avant-métré que peut être conduit à réaliser un chef de chantier :

¹ Pour les classes de 1^{ère} STI, les matières technologiques figurent aux emplois du temps sous les dénominations : "Méthodes", "Construction", "Atelier", "Topographie", "Labo".

L7 Les métrés dans l'acte de construire (extraits)

Utilisés par tous les intervenants

Ils servent (avant, pendant et après) pour :

- estimer et chiffrer les travaux
- réaliser les dossiers de consultation, devis, règlements, prévisions des dépenses, contrôles et bilans financiers
- prévoir les dépenses.

L'avant-métré : le détail méthodique et analytique des ouvrages

But : permettre l'établissement du devis quantitatif.

Il comporte :

- la description succincte de la nature et de la mise en œuvre des ouvrages
- les détails des calculs de leurs quantités respectives.

Il est indispensable, pour justifier les diverses quantités du devis quantitatif, d'indiquer toutes les dimensions utilisées.

L'avant-métré fait figurer les calculs des quantités

Le **devis quantitatif** ne fait apparaître que les résultats de ces calculs

Le **devis quantitatif estimatif** reprend ces résultats et applique à chacun d'eux le coût correspondant.

Pour cela, il importe d'aborder dès la rédaction de l'avant-métré, une méthode d'exécution uniforme et de respecter certaines conventions de représentation.

Chacun de ces trois documents doit être lisible et compréhensible afin de pouvoir être utilisé par diverses personnes.

Dans le travail demandé aux élèves, l'avant-métré est relatif à des quantités de matériaux à extraire ou à remblayer lors de différentes opérations de terrassement. Ces opérations, appelées *postes*, concernent la construction d'une villa : elles sont désignées par une terminologie fixée par la profession et que les élèves doivent apprendre :

- *Décapage* d'une couche végétale superficielle (quantité exprimée en m^2) ;
- *Fouilles en rigoles* permettant la construction de semelles filantes sous les murs de soubassement (quantité exprimée en m^3) ;
- *remblaiement* pour combler le vide en périphérie des murs extérieurs (quantité exprimée en m^3).

Le TD observé intervient après les cours de Méthode L1 et L7 et un devoir de contrôle sur ces enseignements.

2. Étude de la tâche « calcul du volume des fouilles en rigoles »

Prenons comme point de départ de notre analyse la tâche suivante : « Calculer le volume des *fouilles en rigoles* ». Cette tâche s'appuie sur un document, généralement fourni par l'architecte, analogue à celui intitulé « Extrait du dossier d'une villa » de l'annexe 1. Ce document contient des dessins de trois types : « Plan de soubassement », « Section courante » et « Plan de fondation ». Le terme « fouilles en rigoles » désigne des excavations à réaliser avant de couler les semelles en béton (support inférieur des murs) : une illustration est donnée en annexe 1 sur le dessin « section courante ».

Dans cet exemple, la rigole proprement dite est représentée par le rectangle de largeur 50 cm et de hauteur à calculer.

Le problème technique du calcul du volume de terre à enlever est d'avoir une méthode fiable, qui soit de plus rapide et associée à des gestes routiniers.

Examinons des techniques de calcul de ce volume existant dans la profession (Bessot, Eberhard, 2002). Pour cela il est nécessaire de se référer à un plan coté comme celui que donne la figure 1 ci-dessous : situation simplifiée introduite au moment de l'enseignement de ces techniques (L1 en annexe 2).

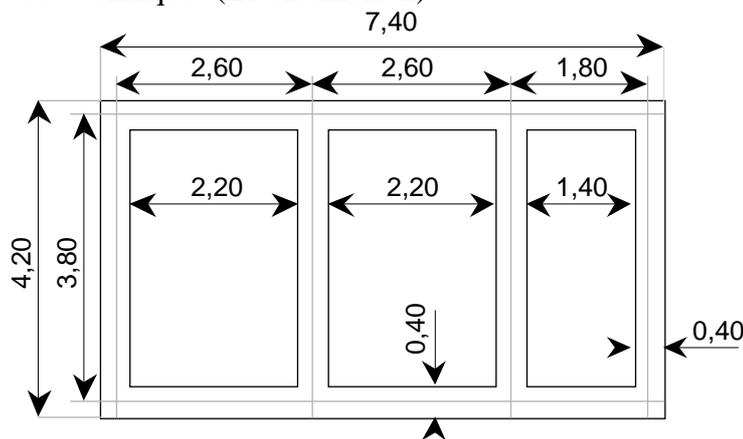


Figure 1. Plan coté des fondations

On doit calculer le volume d'objets qui présentent une même caractéristique : l'objet fictif « Rigoles » considéré peut être décrit comme une réunion finie de pavés droits dont deux dimensions, appelées largeur et hauteur, sont invariantes (ici 400 pour la largeur et 800 pour la hauteur). Le résultat fondamental sur l'objet « Rigoles » est qu'il est

équidécomposable avec un pavé droit de même largeur et de même hauteur. Des techniques de décompositions et de recompositions permettent ainsi de ramener le calcul du volume de tels objets à celui d'une *longueur*, celle du pavé droit.

La technique privilégiée dans la formation observée est nommée « méthode HO-DO », HO désignant les cotes « Hors Œuvre » et DO les cotes « Dans Œuvre ». Sur le plan de la figure 1, par exemple, 2.20 est une cote DO et 4.20 est une cote HO. L'enjeu du *découpage* qu'elle sous-entend n'est donc pas le calcul d'un volume mais celui du calcul de la longueur du pavé recomposé. L'unité de longueur est nommée traditionnellement *mètre-linéaire* dans le métier. Ce qualificatif ne désigne pas une nouvelle unité (qui reste le mètre) mais rappelle de façon implicite les opérations de découpage et de recomposition. La recomposition donne accès à un calcul simple de l'aire de la surface des fondations ($L \times 0,40$) et du volume des fondations ($L \times 0,40 \times 0,80$).

Choix de découpage 1 : « HO vertical »²

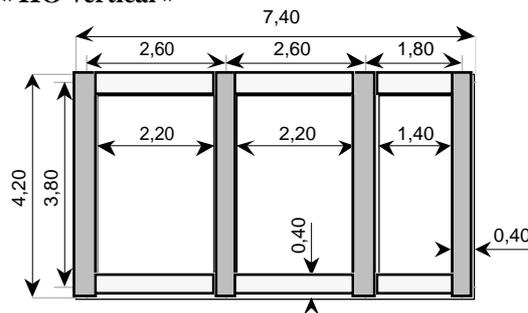


Figure 2. HO-DO découpage 1

Calcul de L

$$\text{HO } 4,20 \times 4 = 16,80 \text{ m}$$

$$\text{DO } 2,20 \times 4 = 8,80$$

$$1,40 = \underline{2,80}$$

$$= \underline{11,60 \text{ m}}$$

$$= 28,40 \text{ m}$$

² C'est nous qui la nommons ainsi.

Choix de découpage 2 « HO horizontal »³

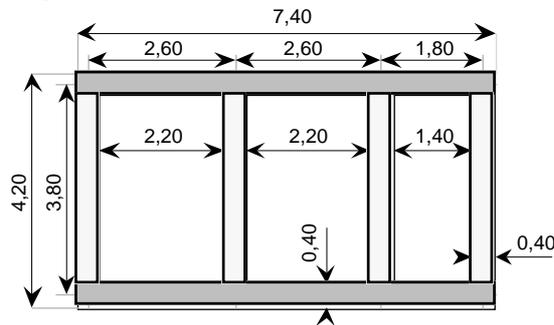


Figure 3. HO-DO découpage 2

Calcul de L

$$\text{HO } 7,40 \times 2 = 14,80 \text{ m}$$

$$\text{DO } 3,40 \times 4 = \underline{13,60 \text{ m}}$$

$$= 28,40 \text{ m}$$

Une autre technique est enseignée, dite « méthode d'axe en axe » : elle est présente pour mettre en valeur la technique HO-DO.

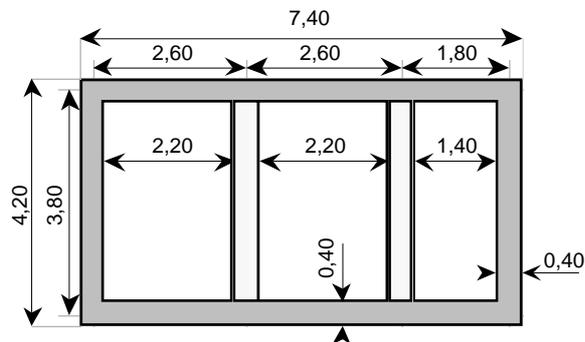


Figure 4. Méthode « d'axe en axe »

Calcul de L

$$(2,60+2,60+1,80) + (3,80 \times 2) + (3,40 \times 2)$$

$$= 28,40 \text{ m}$$

Commentaires sur ce calcul :

La somme $(2,60+2,60+1,80) + (3,80 \times 2)$ donne L1 tel que $L1 \times 0,40$ représente l'aire du rectangle recomposé à partir du seul pourtour des fondations (aire de la surface hachurée). Or il faut composer ce rectangle avec deux rectangles représentant les fondations intérieures (surfaces pointées) : $L2 = [3,80 - (0,20 \times 2)] \times 2$.

$$L = L1 + L2$$

³ Idem

3. Analyse d'une observation en classe de Première STI

Cette analyse porte sur une chronique d'observation (voir annexe 4) de la séance de T.D. Le document intitulé « Extrait du dossier d'une villa » (annexe 1) est fourni aux élèves avec une feuille de T.D. (annexe 3) qui précise les postes du cahier des charges concernant le terrassement et le travail de l'élève.

3.1. Le questionnement

L'analyse du protocole est finalisée par la question de l'articulation de savoirs professionnels et de savoirs mathématiques dans une tâche où ils sont nécessairement présents. Quelle place occupent les savoirs mathématiques et quel rôle leur fait-on jouer dans le processus d'institutionnalisation ?

Pour cela nous nous référons aux caractéristiques du processus décrites par Guy Brousseau :

[...] ils [les enseignants] doivent prendre acte de ce que les élèves ont fait, décrire ce qui s'est passé et ce qui a un rapport avec la connaissance visée, donner un statut aux événements de la classe, comme résultat des élèves et comme résultat de l'enseignant, assumer un objet d'enseignement, l'identifier, rapprocher ces productions des connaissances des autres (culturelles, ou du programme), indiquer qu'elles peuvent resservir.

L'enseignant devait constater ce que les élèves devaient faire (et refaire) ou non, avaient appris ou avaient à apprendre.

Cette activité est incontournable : on ne peut pas réduire l'enseignement à l'organisation d'apprentissages.

La prise en compte 'officielle' par l'élève de l'objet de la connaissance et par le maître, de l'apprentissage de l'élève est un phénomène social très important et une phase essentielle du processus didactique : cette double reconnaissance est l'objet de l'institutionnalisation. (Brousseau 1990)

3.2. Régularités et institutionnalisation

Une première remarque concerne les exigences de l'enseignant pour le remplissage de la grille donnée toute faite, identique à celle qui est en usage dans la profession : la partie nommée « Descriptif » doit être remplie à l'encre, la partie nommée « avant-métré » toujours au crayon (intervention 10). Les productions des élèves en ce qui concerne l'avant-métré sont envisagées par l'enseignant et par l'élève comme provisoires, susceptibles d'être reprises et modifiées. Il y a donc pour l'enseignant des savoirs à apprendre et donc à institutionnaliser. Quelles sont-ils ? Quelle place y occupent les connaissances mathématiques ?

Pour tenter de répondre à cette question, dégageons des données d'observation des régularités représentatives de la gestion de l'enseignant pour la partie avant-métré :

- le résultat *final* est donné avant les calculs concernant un poste ;
- le corrigé figure sur un transparent. L'enseignant l'annonce aux élèves qui savent ainsi dès le début de leur travail que le corrigé de ce qu'ils ont à *écrire* leur sera exposé immédiatement ;
- l'enseignant passe dans les rangs : il répond aux demandes individuelles ;
- Il choisit le moment de dévoiler le résultat ;
- le transparent fournit le développement et les résultats des calculs et leur présentation pour chaque poste ;
- *Il ne fait aucun commentaire sur les calculs.*

Cette stratégie permet à l'enseignant de ne pas prendre acte publiquement de différents procédés de calculs possibles : la variété des procédés n'est pas un enjeu de cette séance. La donnée préalable du résultat par l'enseignant permet de signifier : « Ce qui est important n'est pas le résultat mais le fait d'y parvenir ».

Y a-t-il une diversité de procédés possibles de calcul ? L'enseignant les envisage-t-il ?

Pour le premier poste (9 à 35 du protocole), il s'agit du calcul d'une surface définie à partir du plan de soubassement : l'enseignant l'indique aux élèves (intervention 17). Le corrigé est donné très rapidement avant même que tout le monde ait fini. C'est l'indice que ce calcul est de l'ordre d'un rappel puisqu'il doit être su.

Le dessin produit par l'enseignant (intervention 16) est de décharger l'élève du problème du traitement du renforcement. La solution graphique qu'il expose est : quand la surface est augmentée d'une bande de 1 mètre le renforcement de taille 1,17 x 1,39 « disparaît ».

Calcul du corrigé (surfaces complémentaires : prise en compte de rectangles hors tracé)

$$16,37 \times 13,81 = 226,07$$

[Calcul sur les cotes : 14,37 (+1+1) et 11,81 (+1+1)]
 À déduire : 3,35 x 4,57 = 16,31
 [Calcul sur les cotes : 1,17+3,40]

L'enseignant envisage la possibilité de méthodes par soustraction ou par addition (interventions 30 et 32), tout aussi valide.

Un autre calcul possible (par décomposition et addition des surfaces)

$$11,80 \times 13,81 = 162,96$$

[Calcul sur les cotes : 9,80 (+1+1) et 11,81 (+1+1)]
 $4,57 \times 10,46 = 47,80$
 [Calcul sur les cotes : 1,17+3,40 et 8,46 (+1+1)]

$$\text{Surface} = 210,76 \text{ m}^2$$

Cette phase de rappel met en place un contrat didactique régi par la règle « un procédé est valide s'il conduit au résultat », l'unicité du résultat étant assurée par les règles d'arrondi d'un nombre à deux décimales.

Le deuxième poste (de 36 à la fin du protocole) concerne la tâche présentée dans le paragraphe 2. L'enseignant attend la mise en œuvre de la méthode HO-DO *sans imposer de découpage*. Le corrigé n'est dévoilé que lorsque tout le monde a terminé, c'est-à-dire quand tout le monde a trouvé (voir 71) le résultat, élément de validation des procédures.

Quelle rétroaction permet le dévoilement du procédé de l'enseignant pour arriver au résultat connu et obtenu par tous ? Que cherche-t-il à institutionnaliser en dévoilant son transparent ?

L'enseignant prend en charge l'élaboration du plan de fondation et, lors de l'intervention 49, fixe le choix du « bon » plan ! Ce plan coordonne des informations sur les cotes provenant du plan du soubassement et de la section courante relativement aux fondations (annexe 1) : il fournit une représentation cotée des fondations elles-mêmes. Ce plan peut être directement utilisé pour un découpage HO ou DO : il permet la lecture directe de cotes DO et il n'exige donc des calculs que pour les cotes HO

Certaines variations de la situation de base associée au plan de la figure 1, comme l'existence d'un décalage ou d'un renforcement, peuvent complexifier la tâche de « calcul du volume des fouilles en rigoles » : elles imposent que le découpage prenne en compte le décalage ou le renforcement.

Les différents procédés HO-DO permettent de comprendre le corrigé de l'enseignant rendu public par le dévoilement du transparent. Deux procédés HO-DO ont été officialisés au moment de l'introduction de la méthode HO-DO : « HO horizontal » et « HO vertical ». Mais au-delà de ces deux procédés, peuvent se mettre en place deux « logiques » de découpage. C'est ce que l'étude ci-après va essayer de dégager.

Calcul du corrigé (HO horizontal) :

$$\text{HO} : 14,67 + (7,16 \times 2) = 28,99$$

[Calcul sur les cotes 14,37+0,30 ; 6,16 +1,00]

$$1,87+3,70+10,10 = 15,67$$

[Calcul sur les cotes (0,87+1,00; 3,40+0,30 ; 9,80+0,30)]

$$\text{DO} : (4,77 \times 3) + (3,84 \times 2) = 21,99$$

$$(1,50 \times 2) + 4,84 = 7,24$$

$$(7,76 \times 2) - 0,50 = 15,02$$

[Toutes les cotes DO sont lues sauf 0,50 !]

$$\text{ens.} = 88,91$$

Autre calcul et autre découpage (HO vertical)

$$\text{HO : } (12,11 \times 2) + 5,77 = \\ 5,24 + (8,76 \times 2) =$$

[Calcul sur les cotes 11,81+0,30 ; 4,77+1,00 ; 4,24+1,00 ; 8,46 +0,30]

$$\text{DO : } (2,94 \times 2) + (2,72 \times 2) = \\ 3,81 + (3,00 \times 2) + 0,87 = \\ 6,16 + 6,04 + 2,56 =$$

[Toutes les cotes DO sont lues]

$$\text{ens.} = 88,91$$

Ce découpage évite la soustraction

D'autres découpages mettent en évidence le plus d'invariant de mesures possibles : cette recherche d'invariants, s'appuyant sur des spécificités géométriques du plan, conduit à une économie de calculs. Ci-dessous un exemple (HO horizontal) d'un tel découpage :

$$\text{HO : } 14,67 \times 2 = 37,78 \\ 7,16 \times 2 = 14,32$$

[Calcul sur les cotes 14,37+0,30 ; 6,16 +1,00]

$$\text{DO : } 4,77 \times 3 = 14,31 \\ 3,84 \times 2 = 21,99 \\ 1,50 \times 2 = 3,00 \\ 4,74 \\ 8,06 \times 2 = 16,12$$

$$\text{ens.} = 88,91$$

[Toutes les cotes DO sont lues sauf 4,24+0,50 !]

-> Remarque : toutes les cotes inférieures à 1,00 sont en centimètres.

Le découpage institutionnalisé par le dévoilement de la solution de l'enseignant s'appuie sur un balayage spatial systématique horizontal puis vertical pouvant s'algorithmiser. Il s'oppose à un découpage basé sur la recherche d'invariants de mesure⁴. Les découpages sont laissés libre comme pour les calculs, le contrôle étant celui du résultat (donné dès le début) : ce contrôle est bien régi par la règle du contrat didactique « un procédé est valide s'il conduit au résultat ». Le résultat affiché, dont l'unicité est assurée par les règles d'arrondi d'un nombre à deux décimales, joue le rôle d'un milieu pour la validation. Tous les élèves ayant abouti au « bon » résultat au moment du dévoilement du corrigé, le retour de chaque élève sur son procédé de découpage et sur ses calculs devient improbable. La logique du découpage et la conduite des calculs sont laissées dans cette séance à la charge de l'élève. Mais on peut supposer que l'enseignant a eu l'occasion dans les séances précédentes de mettre en place la systématique qu'il privilégie (algorithme spatial) et ainsi de faire produire des solutions proches de celle qu'il montre. Nous n'avons pas pu le vérifier.

Pourquoi l'enseignant dévoile-t-il le corrigé ? Qu'est-ce qui est institutionnalisé dans le corrigé si ce n'est pas le procédé de calcul ?

⁴ D'autres enseignants font ce dernier choix, considéré comme mettant en jeu plus de « réflexion ».

Le corrigé rend publiques les exigences concernant la présentation dans la grille des calculs et des résultats qui ont été implicitement annoncées aux élèves : « Vous allez faire les calculs, la présentation va être mauvaise, il va falloir gommer » (intervention 10).

Les calculs sont présentés dans la colonne « Désignation » selon des règles de décalages successifs, les multiplications s'effectuant en ligne, les additions en colonne, les soustractions éventuelles intervenant en fin de calcul, annoncées par la précision « à déduire » (intervention 30, 32, 63). Les entorses aux règles d'usage sont justifiées par l'enseignant : « Ici j'ai gagné de la place [...] normalement tous les calculs doivent être l'un sous l'autre ! Il y a une présentation à respecter » (intervention 81). Le résultat des opérations, placé dans la colonne « Quantité », est annoncé par l'un des indicateurs « ensemble » ou « reste » selon qu'il s'agit d'une addition ou d'une soustraction. En gérant séparément les additions et soustractions le dispositif a l'avantage de faciliter le contrôle des calculs.

La mention de l'unité impose le format des mesures selon la règle énoncée dans le cours L1 (interventions 24 et 26) et justifiée par la précision attendue (intervention 84) : les longueurs et les surfaces s'expriment avec deux décimales après la virgule, les volumes avec trois décimales.

Conclusion

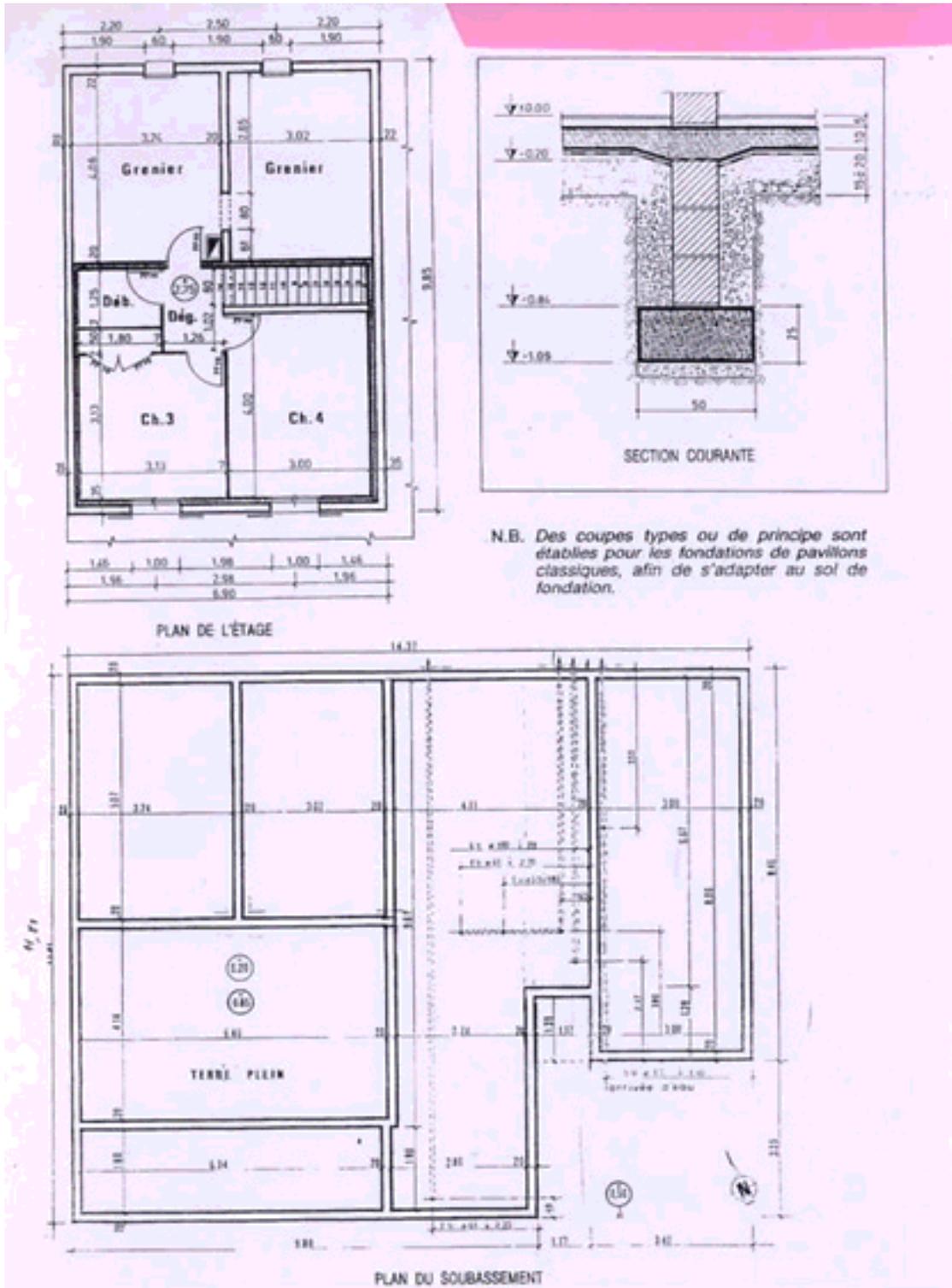
Ce sont donc des savoir-faire relevant de la « règle de l'art » des professions du bâtiment pour le traitement des mesures, la présentation des calculs et des résultats qui sont institutionnalisés. À ce point de l'avancement de l'enseignement du cours de « Méthodes », des savoirs mathématiques sont présents, comme le traitement des surfaces et les procédés de calculs, mais les règles didactiques relatives à ces savoirs se distinguent de celles qui prévalent dans la classe de mathématiques : c'est le résultat qui prime et qui valide les procédés. De ce fait, les savoirs mathématiques se retrouvent hors du champ de l'institutionnalisation et ne relèvent que de la sphère privée de l'élève.

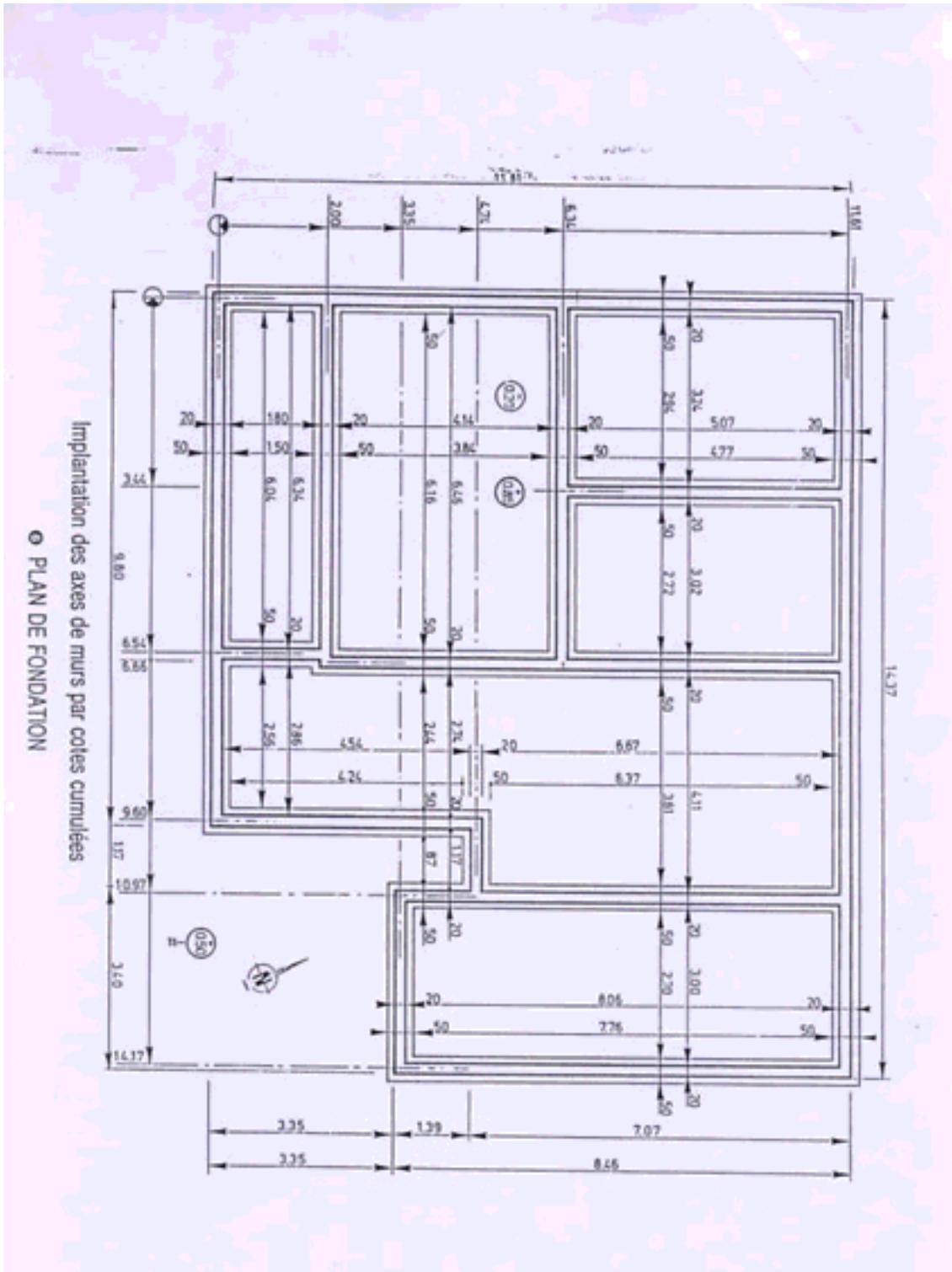
Bibliographie

- Bessot, A, Eberhard, M. (2002) Grandeur et mesure dans l'enseignement professionnel : le cas des métiers du bâtiment. Dorier et al. (éds) *Actes de la 11^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*. La Pensée Sauvage : Grenoble.
- Brousseau G. (1990) Le contrat didactique : l'enseignant, l'élève et le milieu, *RDM*, 9/3.309-336. La Pensée Sauvage : Grenoble.

Annexe 1

Extrait du dossier d'une villa (distribué aux élèves de 1^{ère} STI)





Annexe 2

1ère STI GC / Méthodes / L1 Métrier ou quantifier un ouvrage

But :

Commander, évaluer, prévoir et organiser

Un **métré** est l'ensemble des opérations sur les ouvrages dont on a recours à tous les stades de la conception et de la réalisation d'ouvrage, destiné à :

-**quantifier**, soit rechercher les quantités à mettre en œuvre (béton, acier, coffrage) ;

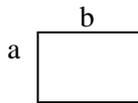
-**chiffrer**, soit estimer les coûts.

Expression

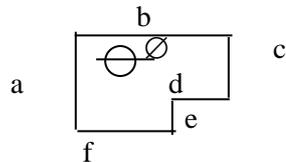
-Longueurs :	m
-Surfaces et sections :	m²
-Volumes :	m³
-Masses :	kg
-Unités :	nombre sans unités

Mode de calcul :

Surfaces et sections :



$$S = axb$$



$$S = (axb) - (exd) - \pi x D^2 / 4$$

$$\text{ou } S = (axf) + (cxd) - \pi x D^2 / 4$$

$$\text{Surface d'un trapèze} = [(a+b) xh] / 2$$

$$\text{Surface d'un triangle} = bxh / 2$$

Volumes

Surface x hauteur (ou épaisseur)
ou Section x longueur (ou hauteur)

Masses :

par longueur	$M = L \times \text{kg/m}$ (les aciers)
par surface	$M = L \times \text{kg/m}^2$ (éléments préfabriqués)
par volume	$M = V \times \text{kg/m}^3$ (masse du béton)

Prise de mesures :

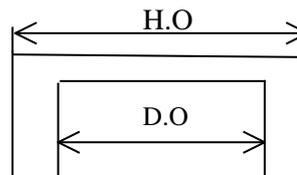
Lors des prises de mesures il convient :

- de ne pas omettre de compter une partie de l'ouvrage ;
- de ne pas compter une partie d'ouvrage en double.

Il est nécessaire d'adopter une méthode de mesure rationnelle et de cocher à l'aide de couleurs les parties comptabilisées.

Il existe 2 manières de mesurer les ouvrages :

- cotes hors œuvre (HO)
- cotes dans œuvre (DO)



Annexe 4

Observation « TD sur un avant-métré » en 1^{ère} STI

le 8 février 2000 au Lycée de Sassenage, 10h-12h (L'enseignant est noté J-P)

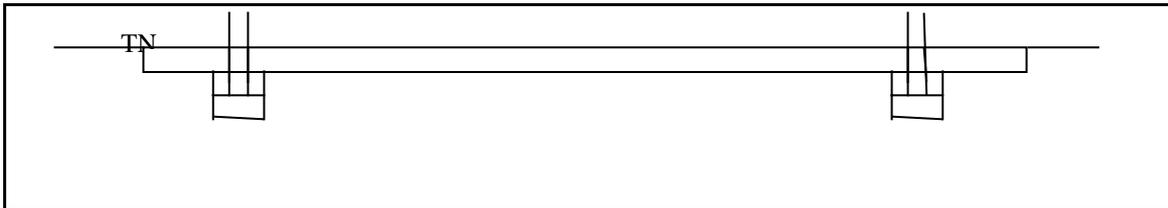
1. J.P. projette le haut d'un transparent [*corrigé du travail demandé*] qu'il dévoilera peu à peu.

Rétro T1

OPERATION : Avant-métré				PAGE : 1		
TRAVAUX de construction d'une villa						
N°	Unité	DESIGNATION	U	QUANT	PU HT	MONTANT
	nd					

2. J.P. lit la fiche TP en la commentant : « on lit rapidement ce qu'il y a à faire »
3. Il le fait (voir fiche) : « ...Fouilles en rigole / donc ça c'est pour pouvoir réaliser les murs/ ... / donc là il y a déjà 3 postes on en rajoute un 4^{ème} / le remblaiement avec terre reprise sur la propriété. On va aller plus loin que 4 postes (jusqu'au dallage) »
4. J.P. commence un dessin au tableau en disant que c'est un rappel

Schéma 1



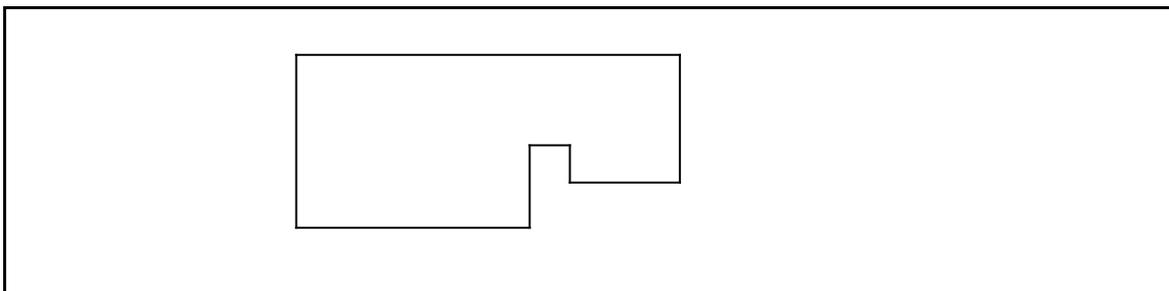
5. J.P. en dessinant le schéma 1 : « [...] fouilles en rigoles, je n'en fait que 2, mais il y a des fouilles sous chacun des murs. C'est la deuxième phase [...] Troisième phase, on va remblayer... Je vais dessiner les murs comme ça [...] le mur, la semelle, on va remblayer autour de la semelle [...] on attend que les murs remontent et on vient remblayer [colorie en rouge]. En premier on enlève sur 40 centimètres, en troisième on remblaye autour des murs de soubassement et en quatrième on remblaye d'1 mètre en périphérique au niveau du terrassement [colorie en bleu sur le schéma 1]
6. Par rapport au cours ? Que va-t-on mettre dans le 'Descriptif des travaux'⁵ »
7. E : le volume ?
8. J.P. : « que va-t-on mettre dans le descriptif ? Calcul de surfaces [...] De quoi a besoin l'artisan pour faire les travaux (sans les plans, sans les pièces écrites) ? Puisqu'il décape une surface, il lui faudra la hauteur à décaper [...] Quoi lui indiquer [...]
9. J.P.: « pour le décapage [*il lit le texte cf. T'1*] A vous de jouer, pour le calcul je vous laisse faire

Rétro T'1

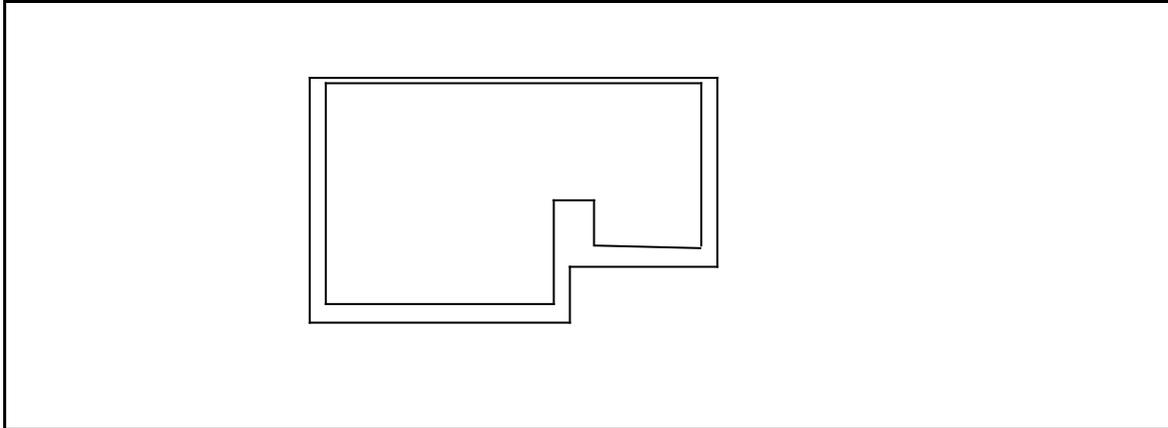
⁵ On trouve dans le cours L7 : « Devis descriptif: document contractuel, inclus dans LE CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP) décrivant méthodiquement les ouvrages à réaliser et établi sous la responsabilité des Concepteurs, titulaires d'une qualification professionnelle. »

OPERATION : Avant-métré		PAGE : 1				
TRAVAUX de construction d'une villa						
N°	i	DESIGNATION	U	QUANT	PU HT	MONTANT
	nd					
1		REPORT				
1-1		<p style="text-align: center;">TERRASSEMENT</p> <p>Décapage (accès non compris) réalisé par engin mécanique, sur la surface d' emprise de la construction augmentée d'une bande de largeur 1,00 m tout autour, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété.</p> <p>Profondeur = 0,40</p>				

10. J.P : « j'avais dit tout au crayon [...] le descriptif à l'encre. Vous allez faire les calculs, la présentation va être mauvaise, il va falloir gommer, l'avant-métré est toujours au crayon. [...] numérotez la page aussi... »
11. E : « il faudra toujours faire ça ? »
12. J.P : « l'entreprise devra bien chiffrer les travaux... tu fais le calcul... l'entrepreneur va mettre un prix unitaire... pour chiffrer. Le calcul je ne vous le fais pas. Vous le faites ... un mètre de plus tout autour ... »
13. E : « on fait une surface ? »
14. J.P : « je vais vous montrer, vous avez tout oublié ! Le bâtiment il est comme cela »
15. J.P dessine au tableau -> *Schéma 2 (1^{ère} étape)*



16. J.P : « pour calculer une surface, c'est pas bien difficile ... vous rajoutez un mètre, il faut calculer cette surface. » *J.P complète le schéma 2 (2^{ème} étape) qui sera effacé assez vite*



17. J.P : « [...] vous allez vous tromper [E : c'est motivant !] C'est le plan du soubassement (1) qu'il faut utiliser. Ne vous trompez pas. Je vous dévoilerai le transparent tout à l'heure. Je vais vous dire combien on trouve, comme ça.... Vous devez trouver en 1.1 deux cent dix soixante seize. »

18. J.P écrit au tableau :

1-1	→	210,76 m ²
1-2	→	

19. J.P passe dans les rangs [il le fera tout au long de la séance]

20. J.P : « qui n'a pas trouvé deux cent dix soixante seize ? »

21. E1 : « il faut trouver combien ? »

22. J.P : « deux cent dix soixante seize. »

23. E2 : « les calculs on les fait comment ? »

24. J.P : « il faut que je vous montre les trois premières fois. Après je vous laisse... on est en décimales... deux chiffres après la virgule. »

25. E : « la surface ou la cubature⁶ ? »

26. J.P : « non, la surface c'est en mètre carré. »

27. Les élèves continuent à chercher

28. J.P : « Bon je vais vous le faire. Le calcul il est tout simple à faire. »

Rétro T2

OPERATION : Avant-métré					PAGE : 1	
TRAVAUX de construction d'une villa						
N°	ind	DESIGNATION	U	QUANT	PU HT	MONTANT
		REPORT				

⁶ Volume en m³

1		TERRASSEMENT				
1-1		<p>Décapage (accès non compris) réalisé par engin mécanique, sur la surface d' emprise de la construction augmentée d'une bande de largeur 1,00 m tout autour, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété.</p> <p>Profondeur = 0,40</p> <p style="text-align: right;">16,37 x 13,81 = 226,07</p> <p>A déduire 3,35 x 4,57 = <u>15,31</u></p> <p>Reste =</p>	m ²	210,76		

29. E : « il faut bien marquer 'à déduire' ? »

30. J.P : « si tu additionnes, non [...] si tu soustrais 'à déduire' .

31. E : « et si je multiplie ? »

32. J.P : « si tu mets l'un en dessous de l'autre, tu additionnes forcément. Si je mets 'à déduire' soustraction et je mets reste. »

33. E : « il suffit de multiplier par l'épaisseur ? »

34. J.P : « si il y a différentes épaisseurs ... méthode des profils »

35. E : « ah non ! »

36. J.P : « Fouilles en rigoles. De quoi on a besoin ? »

37. E : « le linéaire »

38. E : « section »

39. J.P : « non, ce sera après, dans le calcul du béton, non ce n'est pas le moment. La section ... engin mécanique... où on met le déblai, c'est important pour l'entrepreneur... »

Rétro T3

OPERATION : Avant-métré			PAGE : 1			
TRAVAUX de construction d'une villa						
N°		DESIGNATION	U	QUANT	PU HT	MONTANT
1		REPORT				
1-1		<p style="text-align: center;">TERRASSEMENT</p> <p>Décapage (accès non compris) réalisé par engin mécanique, sur la surface d' emprise de la construction augmentée d'une bande de largeur 1,00 m tout autour, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété.</p> <p>Profondeur = 0,40</p>				

1-2		$16,37 \times 13,81 = 226,07$ A déduire $3,35 \times 4,57 = \underline{15,31}$ Reste =	m ²	210,76	
		Fouilles en rigoles réalisées par engin mécanique, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété. Largeur = 0,50 m et Profondeur = 0,80 m (de -0,350 à -1,150)			

40. J.P : « maintenant on calcule les fouilles en rigoles par la méthode ? »
41. E : « méthode HO DO »
42. J.P répète : « méthode HO DO »
43. E : « comme les fondations, pareil ? »
44. J.P : « pareil . Je vous donne le résultat que vous devez trouver. »
45. E : « moins zéro trente cinq ? »
46. J.P : « moins zéro trente cinq c'est le niveau de la fouille, le niveau du fond de fouille est à moins un mètre cent cinquante cela fait donc quatre vingt centimètres de hauteur. Vous devez trouver en linéaire quatre vingt huit quatre vingt onze et en volume trente cinq mètre cube cinq cent soixante quatre. »

Au tableau

1.2	88,91	→	35,564 m ³
-----	-------	---	-----------------------

47. J.P : « [...] il y en a un [élève] qui a retrouvé [*la méthode HO DO*] il faut le refaire ! [...] dans le calcul vous mettez Hors Oeuvre, après Dans Œuvre, après vous faites le total pour le linéaire.[...]
48. J.P écrit au tableau en même temps :

HO	_____

DO	_____

49. J.P : « vous ne vous trompez pas de plan ! vous prenez 'le plan des fondations' (2) [...] vous avez un plan tout coté, ce serait dommage de ne pas l'utiliser [...] »
50. *En aparté*
51. J.P : « tu as toutes les cotes de l'intérieur »
52. E : « il y a un petit décroché »

53. J.P. : « c'est une difficulté, c'est la seule difficulté... et tu as deux cotes ! C'est facile, tu as deux cotes : ça, ça. Ca ne fait pas 15 »
54. E : « ça fait 12 »
55. *En aparté*
56. E : « quand on a deux même valeurs on additionne comme ça ? »
57. J.P. : « tu peux multiplier par deux »
58. *A tous*
59. J.P. : « on écrit d'abord les calculs et après la calculette. »
60. *En aparté*
61. J.P. : « tu as trouvé ? »
62. E : « j'ai trouvé ! »
63. J.P. « donc tu fais le total ... après tu décales, tu multiplies par largeur multiplié par hauteur et tu mets à côté. »
64. *En aparté (autre élève)*
65. J.P. : « ici, c'est ce que tu cherches, tu dois avoir des mètres cubes »
66. *En aparté (autre élève)*
67. J.P. « le total doit être décalé, d'un carreau, non d'une colonne... ensemble égale tant. Puis après ? »
68. E : « je ne me souviens plus où est largeur et hauteur »
69. J.P. « on te les a donné »
70. *A tous*
71. [11h] J.P. : « qui n'a pas trouvé encore ? [...] ceux qui ont trouvé pour vous occuper calculez le remblaiement des fouilles »
72. E : « m'sieur il nous manque le coefficient »
73. J.P. : « tu n'en as pas besoin maintenant [...] Cherchez voir comment on calcule le remblaiement, uniquement ce qui est en rouge [montre le schéma 1]] »
74. E : « ... surface ? »
75. J.P. « non c'est en mètre cube »
76. E : « zéro soixante quinze de chaque côté... »
77. E : « quand on tourne c'est la page 2 ? »
78. J.P. « oui »
79. *J.P. dévoile la suite du transparent T4 [corrigé du 1-2]*

Rétro T4

OPERATION : Avant-métré		PAGE : 1			
TRAVAUX de construction d'une villa					
N°	DESIGNATION	U	QUANT	PU HT	MONTANT

1	REPORT				
	TERRASSEMENT				
1-1	Décapage (accès non compris) réalisé par engin mécanique, sur la surface d' emprise de la construction augmentée d'une bande de largeur 1,00 m tout autour, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété. Profondeur = 0,40 $16,37 \times 13,81 = 226,07$				
	A déduire $3,35 \times 4,57 = 15,31$				
1-2	Fouilles en rigoles réalisées par engin mécanique, avec mise en dépôt des déblais sur la propriété. Largeur = 0,50 m et Profondeur = 0,80 m (de -0,350 à -1,150) HO : $14,67+(7,16 \times 2) = 28,99$ $1,87+3,70+10,10 = 15,67$ DO : $(4,77 \times 3)+(3,84 \times 2) = 21,99$ $(1,50 \times 2)+4,24 = 7,24$ $(7,76 \times 2)-0,50 = 15,02$ Ens = 88,91* $\times 0,50 \text{ larg} \times 0,80 \text{ ht}$	Reste =	m ²	210,76	
1-3	Remblaiement des fouilles en tout-venant 0/70 compacté à la dame, après réalisation des semelles et des murs de soubassement. Profondeur=0,49 m (de - 0,350 à - 0,840 m)		m ³	35,564	

80. E : « m'sieur il faut écrire à chaque fois hauteur, largeur ? »

81. J.P. « ... Ici j'ai gagné de la place [*montre HO : $14,67+(7,16 \times 2) = 28,99$*] en les mettant sur une même ligne... normalement tous les calculs doivent être l'un sous l'autre ! Il y a une présentation à respecter. »

82. [...]

83. E : « c'est quoi zéro quarante neuf ? ça n'aurait pas pu être zéro cinquante ? »

84. J.P. : « on est en mètre cube, il faut que le troisième chiffre soit juste [...] Il faut faire le HO des murs de soubassement »

85. E : « il y a pas plus simple ? »

86. J.P. : « si tu veux être précis, non. ... » [...]

La journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti sur le thème « Formation des enseignants et étude didactique de l'enseignant » s'est tenue à Grenoble le 26 mai 2000 dans les locaux du laboratoire Leibniz.

Le comité d'organisation, sous la responsabilité d'Annie Bessot, était composé de :

Nicolas Balacheff, Directeur du Laboratoire Leibniz
Annie Bessot, Laboratoire Leibniz et IREM de Grenoble
Hamid Chaachoua, Laboratoire Leibniz et IUFM de Grenoble
Bernard Darley, LIDSET et IUFM de Grenoble
Jean-Luc Dorier, Laboratoire Leibniz et IUFM de Lyon
Madeleine Eberhard, Laboratoire Leibniz et IUFM de Grenoble
Denise Grenier, Laboratoire Leibniz et IREM de Grenoble
Colette Laborde, Laboratoire Leibniz et IUFM de Grenoble
Paula Moreira-Baltar, Université Fédérale de Pernambuco, Brésil
Richard Reffugi, DFE et Université Joseph Fourier
Guy Robardet, LIDSET et IUFM de Grenoble
Eric Triquet, LIDSET et IUFM de Grenoble

Le Secrétariat a été assuré par Josiane Carry (laboratoire Leibniz) que nous remercions tout particulièrement.

Le laboratoire Leibniz est fortement pluridisciplinaire. Son activité scientifique couvre un large domaine qui comprend aussi bien des thèmes fondamentaux que des thèmes très liés aux applications, aussi bien en mathématiques qu'en informatique.

Les recherches sur les Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain et la didactique des mathématiques ouvrent cette pluridisciplinarité sur les sciences humaines, elles jouent un rôle particulier en favorisant les coopérations entre différentes composantes du laboratoire.

- * mathématiques discrètes et recherche opérationnelle
- * logique et mathématique pour l'informatique
- * informatique de la connaissance
- * EIAH et didactique des mathématiques

Les cahiers du laboratoire Leibniz ont pour vocation la diffusion des rapports de recherche, des séminaires ou des projets de publication réalisés par des membres du laboratoire. Au-delà, Les cahiers peuvent accueillir des textes de chercheurs qui ne sont pas membres du laboratoire Leibniz mais qui travaillent sur des thèmes proches et ne disposent pas de tels supports de publication. Dans ce dernier cas, les textes proposés sont l'objet d'une évaluation par deux membres du Comité de Rédaction.

Comité de rédaction

- * mathématiques discrètes et recherche opérationnelle
Gerd Finke, András Sebő
- * logique et mathématique pour l'informatique
Ricardo Caferra, Rachid Echahed
- * informatique de la connaissance
Yves Demazeau, Daniel Memmi,
- * EIAH et didactique des mathématiques
Nicolas Balacheff, Jean-Luc Dorier, Denise Grenier

Contact Gestion & Réalisation : Jacky Coutin
Directeur de la publication : Nicolas Balacheff
ISSN : 1298-020X - © laboratoire Leibniz