

irem
de Grenoble

AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS
AUSSOIS

**XX^e COLLOQUE INTER-IREM des
professeurs de mathématiques
chargés de la formation des maîtres**

COPIRELEM

17-18-19 MAI 1993



17, 18 et 19 Mai 1993 AUSSOIS



XXème colloque Inter-IREM des professeurs
de mathématiques chargés de la formation des maîtres

Organisé par
l'IREM de Grenoble
et la Commission permanente des IREM pour l'enseignement élémentaire



XXème colloque Inter-IREM des professeurs
de mathématiques chargés de la formation des maîtres.



Conférences

Philippe Perrenoud (Faculté de psychologie Genève)

"Impact de la recherche dans la formation des maîtres"

Suivi d'une table ronde sur le même thème

René Berthelot (IUFM de Bordeaux)

"Etat des recherches sur l'enseignement élémentaire de la géométrie : l'espace et la géométrie"

Marc Legrand (Université J.Fourier Grenoble)

"Les mathématiques, mythe ou réalité: peut-on construire une rationalité scientifique dès le plus jeune âge à travers l'acte de modélisation ?"

Ateliers A	Ateliers B
<p>Atelier 1 Quels mémoires professionnels pour quels effets de formation? (Claude Comiti)</p>	<p>Atelier 1 Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de la classe (Monique Pézard)</p>
<p>Atelier 3 Les évolutions possibles dans les IUFM : Problèmes institutionnels. (François Boule)</p>	<p>Atelier 3 Les rallyes mathématiques pour l'école (Hervé Peault)</p>
<p>Atelier 5 Les sujets de concours PE1: Influence sur la formation en première année (Jacques Papadopoulos)</p>	<p>Atelier 4 Quelles mathématiques pour le cycle des apprentissages premiers ? (Danielle Vergnes)</p>
<p>Atelier 6 Scénarios de formation PE2 dans l'état actuel <i>échange d'informations entre les participants</i> (Linda Salama)</p>	<p>Atelier 5 Une géométrie qui bouge: Utilisation du logiciel CabriGéomètre à l'école. (Gérard Vivier)</p>
<p>Atelier 7 Informatique et calculettes dans la formation des PE (Philippe Clarou)</p>	<p>Atelier 6 Activités numériques à l'école (Bernard Capponi)</p>
<p>Atelier 8 Vers le raisonnement déductif au Collège <i>suivi de Besançon</i> (Michèle Martin)</p>	<p>Atelier 7 Mise en place des cycles à l'école élémentaire et enseignement des maths. (Roland Charnay, Dominique Valentin)</p>
<p>Atelier 9 Utilisation de didacticiels dans la formation des PE "A nous les nombres" ... (Jean-Louis Oyallon)</p>	<p>Atelier 8 Présentation de documents audiovisuels : CNDP et FR3 "moments mathématiques" (Marcelle Pauvert)</p>
	<p>Atelier 4bis La formation des professeurs de collèges (Albert Hugon)</p>

SOMMAIRE

Texte de la conférence de Philippe Perrenoud	5
Table ronde	25
Texte de la conférence de René Berthelot	47
Texte de la conférence de Marc Legrand	67

LES ATELIERS A

Quels mémoires professionnels pour quels effets de formation ?	99
<i>Claude Comiti</i>	
Les évolutions possibles dans les IUFM : problèmes institutionnels	111
<i>François Boule</i>	
Les sujets de concours PE1 : influence sur la formation en première année	115
<i>Jacques Papadopoulos</i>	
Scénarios de formation PE2 dans l'état actuel	119
<i>Linda Salama</i>	
Informatique et caleuettes dans la formation des PE	123
<i>Philippe Clarou</i>	
Vers le raisonnement déductif au collège	129
<i>Michèle Martin</i>	
Utilisation de didacticiels dans la formation des PE «A nous les nombres»	137
<i>Jean-Louis Oyallon</i>	

ATELIER B

Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de la classe	151
<i>Monique Pézard</i>	
Les rallyes mathématiques pour l'école	155
<i>Hervé Peault</i>	
Quelles mathématiques pour le cycle des apprentissages premiers ?	159
<i>Danielle Vergne</i>	
Une géométrie qui bouge : utilisation du logiciel CabriGéomètre à l'école	173
<i>Gérard Vivier</i>	
Activités numériques à l'école	177
<i>Bernard Capponi</i>	
Mise en place des cycles à l'école élémentaire et enseignement des maths	181
<i>Roland Charnay, Dominique Valentin</i>	
Présentation de documents audiovisuels (CNDP et FR3)	185
<i>Marcelle Pauvert</i>	
La formation des professeurs de collèges	189
<i>Albert Hugon</i>	

CE QUE LA RECHERCHE EN ÉDUCATION PEUT APPORTER A LA CONCEPTION DE LA FORMATION DES MAÎTRES

Philippe PERRENOUD

Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation &
Service de la recherche sociologique - Genève

Parler de la recherche en général n'autorise que des propos assez abstraits sur son statut, ses usages, son fonctionnement dans un dispositif de formation des maîtres: les formateurs doivent-ils ou non faire de la recherche? une recherche-action, une recherche formation est-elle une recherche scientifique? faut-il initier les futurs enseignants à la recherche? la recherche est-elle une démarche utile de formation? Ces questions sont importantes, mais comment y répondre sans entrer dans le vif du sujet?

Je traiterai ici de l'apport des sciences de l'éducation, prises au sens large, en y incluant la didactique générale et les didactiques des disciplines, et toutes les sciences humaines qui contribuent à la compréhension des phénomènes éducatifs; psychologie, pédagogie, psychologie sociale, anthropologie, démographie, histoire, économie, politique, sociologie. J'exclurai en revanche de mon propos la recherche dans les domaines correspondants aux disciplines enseignées - mathématique, biologie, etc. -, exception faite des articulations avec la recherche en didactique.

Nul ne s'attarderait aujourd'hui à contester les apports de la biologie à la formation des médecins. Les apports des sciences de l'éducation à la formation des maîtres deviennent

tout aussi évidents: la recherche en éducation alimente les contenus de la formation des maîtres chaque fois qu'elle éclaire des processus d'enseignement ou d'apprentissage, des fonctionnements didactiques ou institutionnels qu'on juge important de faire connaître aux futurs enseignants. Certes, une formation en sciences de l'éducation ne suffit pas pour penser, et *a fortiori* pour maîtriser les processus éducatifs, parce que les connaissances théoriques sont encore partielles et fragiles - plus qu'en biologie - mais surtout parce qu'aucune science, aussi achevée soit-elle, ne peut guider complètement l'action dans une situation singulière. Il reste nécessaire que les futurs enseignants se familiarisent durant leur formation, par exemple, avec ce que la recherche peut dire de fondé sur l'apprentissage de la lecture, le rôle des représentations préalables des apprenants en sciences, les conditions du travail de groupe, le rôle de la culture familiale dans l'échec scolaire ou le fonctionnement des établissements. Je traiterai ici d'une question différente: quel est l'apport de la recherche en éducation à la conception de la formation initiale des enseignants?

Pourquoi parler de l'apport de la recherche plutôt que des sciences de l'éducation, comme ensemble de connaissances consoli-

dées, abstraction faite de leur mode de production ?

Parce qu'en sciences humaines, il n'y a guère de connaissances entièrement établies. Ce sont des disciplines en développement, qui produisent plus d'hypothèses que de réponses définitives. Cela dévalorise-t-il leur apport à la conception de la formation des enseignants ? Je ne le crois pas: tout le monde peut comprendre que le développement des sciences de l'homme ne soit pas encore comparable à celui des disciplines scientifiques les plus anciennes; ce qu'on pardonne mal aux sciences humaines, en revanche, ce sont des promesses qu'elles ne sauraient tenir en l'état actuels de leurs théories et de leurs méthodes. Il est absurde de singer les sciences dures.

L'énoncé d'hypothèses plausibles, la vérification de certaines d'entre elles, la construction de problématiques précises et le développement de nouveaux paradigmes de pensée sont déjà des apports majeurs en regard du flou et des contradictions qui émaillent les débats idéologiques sur la formation des maîtres.

C'est ainsi qu'une approche psychanalytique de l'éducation et de la relation éducative ne donne pas toutes les réponses, mais désigne et explore une facette de la réalité qu'on ne devrait pas ignorer en formation des maîtres: on enseigne aussi avec son inconscient, avec ses pulsions, en réactivant toutes sortes de conflits de l'enfance. Si on l'oublie, si on le nie, on ne comprend rien à un certain nombre de crises, de pannes, de blocages de la relation pédagogique et de l'apprentissage, qui ne se jouent pas au plan didactique ou cognitif seulement. La simple existence d'un regard est un apport, elle empêche d'oublier une facette importante de la réalité.

A l'intérieur d'une approche, il y a des théories plus ou moins fondées et il y a des débats, des dilemmes qui sont eux-mêmes intéressants, même lorsqu'on ne dispose pas encore d'une réponse stable: la simple controverse sur la nature des compétences discursives ou de la créativité sont des

éléments importants de construction des curricula de formation des maîtres, parce qu'ils protègent de tout dogmatisme.

Dans les domaines technologiques, on bénéficie des apports de la recherche en électronique ou en chimie sans y participer le moins du monde et sans rien y comprendre, simplement parce que les savoirs sont incorporés à des médicaments ou des appareils qu'on peut utiliser sans rien savoir de leurs fondements scientifiques, encore moins de leur mode d'élaboration.

Plus on va vers les sciences humaines, moins ce schéma fonctionne, moins on peut utiliser des connaissances consolidées sans être impliqué, au moins un peu, dans leur processus d'élaboration. Pour tirer parti des apports de la recherche en éducation, il n'est pas nécessaire que les responsables de la formation des maîtres soient chercheurs au CNRS, ni même associés à une recherche appliquée.

Il peut suffire d'être actif dans des groupes de recherche-action ou de recherche-formation, de participer à des congrès, de lire des livres et des revues scientifiques, de discuter régulièrement avec des chercheurs. Si on veut vraiment s'appropriier les résultats de la recherche, il faut entrer un peu dans ce monde, ne serait-ce que pour saisir de l'intérieur la part des connaissances solides et la part des modes du moment. Par exemple, sur l'apprentissage de la lecture, quiconque ne voudrait s'intéresser qu'aux résultats consolidés de la recherche aurait du mal à identifier "la bonne" parmi les théories en conflit.

En revanche, s'il entre dans le débat, se fait une idée de l'histoire des travaux et controverses sur la question de savoir comment on apprend à lire, il construira une forme d'expertise intégrant des incertitudes et des zones d'ombre. Pour utiliser les théories des sciences humaines, mieux vaut être un consommateur actif, voire un petit producteur de savoirs ou d'hypothèses ou en tout cas de connexion entre les hypothèses théoriques, les recherches pointues et les applications didactiques.

Peut-être, dans cinquante ans, les produits de la recherche en sciences humaines seront-ils livrés comme des produits finis, qu'il n'y aura plus qu'à transposer. Ce n'est pas la situation aujourd'hui et cela n'a pas que des inconvénients: les praticiens ne sont pas dans la dépendance de la recherche, ils dialoguent avec elle et souvent y contribuent, alors que le seul pouvoir de celui qui avale ses comprimés ou allume sa télévision est de changer de marque...

L'apport des sciences de l'éducation à la conception de la formation des maîtres n'est donc nullement automatique. Il passe par un travail commun. Je ne propose ici qu'un repérage des apports possibles dans trois domaines complémentaires :

1. La construction des objectifs, du curriculum de formation des maîtres, la transposition didactique à partir d'une pratique professionnelle.
2. La conception des dispositifs et des démarches de formation.
3. Les méthodes de formation, en particulier lorsque la recherche devient une modalité de travail avec les étudiants.

Il est impossible d'être complet, il faudrait plusieurs ouvrages et une érudition collective pour arpenter tous les travaux qui, d'une manière ou d'une autre, pourraient alimenter la conception de la formation des enseignants. Je m'en tiendrai dans chaque domaine à quelques exemples, sans pouvoir donner des références bibliographiques complètes.

I. L'apport de la recherche à la transposition didactique à partir de pratiques professionnelles complexes

Une formation professionnelle cohérente devrait se fonder sur une transposition didactique explicite à partir des pratiques et des compétences professionnelles. Comment

donner de ces pratiques et de ces compétences une représentation précise et réaliste ? Tous ceux qui s'engagent dans une telle entreprise se heurtent à des oppositions majeures: les pilotes de lignes ou les contrôleurs aériens, pas plus que les dentistes ou les nettoyeurs, n'ont intérêt à ce qu'on divulgue une image entièrement fidèle de leurs pratiques. Toute mise à plat d'un métier - quel qu'il soit ! - montre la part de l'ingéniosité, de la solidarité, du dévouement, des heures supplémentaires, des prises de risques, des initiatives, mais dévoile aussi des erreurs et des errements professionnels, met en évidence une part d'improvisation, de gaspillage, d'inertie, d'autoritarisme, d'arrivisme, de bureaucratie, de paresse, d'incompétence.

La projection vers l'avenir permet en partie de surmonter la contradiction: quand on forme des informaticiens, on essaie de ne pas les former à l'informatique des années soixante, ni même des années quatre-vingt dix, mais de les préparer à l'évolution des technologies et des logiciels de l'an 2000 ou 2020. Lorsque les sciences, les techniques, la division du travail, les besoins changent, aucune formation professionnelle ne peut se borner à une transposition didactique à partir de ce qui se fait aujourd'hui, elle cherche à anticiper et dans une certaine mesure à orienter l'évolution de la profession. Il s'agit donc de construire une représentation des pratiques professionnelles les plus intéressantes, les plus novatrices, les plus porteuses d'avenir. On peut donc gommer certains aspects peu glorieux des pratiques actuelles. Mais que vaudrait une formation professionnelle fondée sur une simple fiction ?

Faut-il pour autant recourir à la recherche? Lorsqu'on forme des mécaniciens sur voitures, on ne conduit pas une véritable recherche sur leurs pratiques. Les formateurs pensent connaître le métier de l'intérieur et savoir à peu près où il va. Leur expérience personnelle et collective tient lieu de savoir - plus ou moins diffus - sur les pratiques

actuelles et futures, un savoir qui n'est pas forcément écrit, pas forcément explicite, mais contient une image de la profession jugée suffisante pour guider la construction d'un cursus et de dispositifs de formation professionnelle. Peut-être les formateurs de mécaniciens sur voitures auraient-ils intérêt à se donner de meilleurs instruments d'appréhension du contenu effectif des pratiques : un formateur qui a été mécanicien il y a quinze ans sait-il vraiment comment fonctionne un garage aujourd'hui ? Une chose est sûre : plus on va vers les métiers de l'humain, vers les tâches qualifiées et complexes, plus la construction d'une représentation des pratiques devient un travail exigeant et difficile. Peut-être parviendrait-on à décrire en dix phrases, non sans une certaine injustice, en quoi consiste le travail d'un caissier ou d'une caissière dans un supermarché. Il en faut beaucoup plus pour énoncer les différentes facettes du métier d'enseignant.

Ces représentations peuvent être alimentées par la recherche en éducation, lorsqu'elle rend compte des pratiques des enseignants ou du fonctionnement des établissements. Elle peut contribuer à une transposition réaliste à partir des pratiques effectives, aider à rompre avec les fictions angéliques qu'on trouve trop souvent encore dans la littérature professionnelle. La recherche sur les pratiques ose décrire ce que les praticiens eux mêmes ne disent pas volontiers. Prenons quelques exemples.

La place de la peur et du conflit

L'enseignement est un métier qu'on exerce souvent dans une certaine angoisse, parce qu'on est confronté à un autre qui résiste, parce qu'on doit affronter chaque jour un rapport de force inévitable avec une partie des élèves, un rapport de voisinage peu serein avec certains collègues, des rapports pas toujours faciles avec une hiérarchie proche ou lointaine, des rapports parfois tendus avec la communauté locale ou certains parents d'élèves. Exercer un métier

de l'humain, c'est nécessairement vivre des conflits, des non dits, des procès d'intention, de la mauvaise foi, de l'injustice (Cifali, 1986). Se destiner à un tel métier, c'est se préparer à des phases d'affrontement ou de déprime, à des périodes où l'on ne croit plus à ce qu'on fait, à des crises, à des moments de *burn out* (Huberman, 1990). Tout le monde le sait, mais ces thèmes reçoivent encore - en général - une faible attention dans la formation des enseignants. Si on lève peu à peu le voile, c'est en partie parce que la recherche sur les pratiques pédagogiques et le fonctionnement didactique commence à théoriser les ambivalences et les peurs, à traquer les tabous de la profession, à parler ouvertement de ce que les gens de métier renvoient ordinairement au for intérieur de chacun.

Le statut de l'erreur

Dans certaines classes, face à une question, les élèves qui ne sont pas sûrs de connaître la bonne réponse ne songent nullement à se manifester, pour ne pas entendre une fois encore qu'ils font perdre du temps à tout le monde, pour ne pas se voir renvoyer l'image de quelqu'un qui dit n'importe quoi, qui est "à côté de la plaque", qui parle avant de réfléchir. Dans d'autres classes, au contraire, on a le droit de réfléchir à haute voix, on tient l'argumentation autour des hypothèses, y compris les raisonnements faux et fragiles, pour une source de la construction des connaissances.

C'est à partir du moment où la recherche en didactique a repéré l'importance stratégique du traitement de l'erreur de l'élève qu'on peut commencer à décrire systématiquement les pratiques sous cet angle, à observer qu'elles s'inscrivent dans un contrat qui régleme implicitement ou explicitement le statut de l'erreur et donc de la vérité, le droit de tâtonner, d'hésiter, de changer d'avis, de dire ses doutes, de se tromper ou de ne pas savoir. Certes, le rôle de l'enseignant est toujours, à terme, de favoriser la construction de réponses justes

ou fondées et de décourager les autres. Toute la question est de savoir comme il s'y prend. Or tout ce que l'on sait aujourd'hui des théories de l'apprentissage et de l'interaction didactique montre que l'obsession de prévenir ou de corriger les erreurs empêche de les interpréter et de s'en servir pour aider l'élève à apprendre. Seule la recherche a permis de prendre au sérieux la diversité des traitements de l'erreur chez l'élève et chez l'enseignant et le rôle de leur contrat, de cerner toute la différence qu'il y a entre rectifier l'erreur ou essayer de la comprendre, entre lui accorder un statut légitime ou mettre toute son énergie à censurer les réponses fausses.

Le bricolage et l'emploi du temps

Autre exemple, dans un registre plus anthropologique que psychanalytique: le **bricolage** constitutif de toute action pédagogique (Perrenoud, 1983). Un enseignant est sans arrêt en train de bricoler à la fois des savoirs, des situations didactiques, de l'évaluation, du sens, des modalités de travail et de contrôle social, des rapports au temps et à l'espace. Où en parle-t-on ? La plupart des méthodologies fonctionnent dans un monde de rêve où il y a toujours la place, le temps, les moyens nécessaires pour enseigner et faire apprendre. En pratique, ces conditions ne sont pas toujours réunies, pas seulement dans le Tiers Monde. Ce n'est pas simplement une question de pauvreté matérielle des écoles, encore que cela puisse jouer un rôle. C'est une question de décalage entre les modèles dont on nantit les maîtres en formation et les conditions effectives de la pratique.

Prenons les horaires : les textes prévoient une répartition précise du temps scolaire entre les disciplines. Quand on regarde les budgets-temps réels des classes, on se rend compte qu'entre 10% et 25% du total des heures hebdomadaires est dévolu à des tâches qui n'appartiennent à aucune discipline : faire de l'ordre, gérer des transitions, des interruptions, des événements

particuliers, s'accommoder des veilles et les lendemains de fêtes scolaires, civiles ou religieuses. Une fiction bureaucratique énonce par exemple qu'on dispose de quatre heures par semaine pour enseigner la mathématique, alors qu'en réalité, compte tenu de l'ensemble des événements, on en a trois ou trois et demie, pour le même programme ! De plus, durant ces heures, il faut faire la différence entre le temps passé en classe de mathématique et le temps passé à travailler sur une tâche mathématique. Certes, l'écart, parfois considérable, dépend des pédagogies qu'on pratique. Dans une pédagogie frontale, pendant une heure de cours de mathématique, une partie des élèves ne sont actifs que cinq minutes, parce qu'on ne leur a pas posé de questions, parce qu'ils ont fait semblant d'écouter, parce qu'ils sont "passé entre les gouttes". Même le maître le plus créatif ne peut mettre tous ses élèves au travail tout le temps.

La recherche sur les pratiques induit un certain réalisme quant au temps effectivement disponible, amène à voir que les programmes sont démesurés parce qu'ils font comme si l'on disposait, dans le travail quotidien, du temps prévu par les textes, et comme si ce temps était constamment utilisable, alors que chacun sait qu'il y a des temps dont on ne peut rien faire. Tous les enseignants conviennent qu'à partir de trois heures de l'après-midi, il n'est plus temps de faire démarrer une recherche, alors que tout le monde est déjà en train de regarder l'heure, le professeur compris, en se demandant si la journée n'est pas bientôt finie. Le temps ne vaut pas de façon homogène, il y a des temps morts, des temps inutiles, des temps de conflit, des temps de découragement qui font parfois régresser plus que progresser.

Négociation et violence dans l'éducation

On fait toujours comme si l'institution et le professeur avaient le pouvoir de définir le programme ; or c'est loin d'être si simple. Les travaux sur le curriculum et le travail

scolaire montrent que les contenus effectifs de l'enseignement sont souvent très éloignés des plans d'études et des programmes. Parmi toutes les raisons, je n'en retiens qu'une: les contenus sont négociés avec les élèves, qui ont une forte prise sur le rythme, le niveau, voire la substance des cours, ne serait-ce qu'en disant ou en laissant entendre "J'aime" ou "Je n'aime pas", en montrant qu'ils sont ou non intéressés. Si le professeur a le choix entre deux chapitres, que l'un "marche bien" alors que l'autre fait tomber un masque sur le visage de tous ses élèves, il choisit, plus ou moins consciemment, ce qui plaît le mieux. La négociation peut passer par des résistances passives, des questions dilatoires, des manœuvres de retardement: tous les lycéens du monde ont réussi à gagner du temps en posant à un professeur des questions dont la réponse leur importait peu mais l'obligeaient, par vanité, conscience professionnelle, passion didactique ou pour toute autre raison à y répondre et donc à différer l'abord du chapitre suivant du programme.

Dans d'autres filières, moins élitistes, la volonté de ne pas apprendre et de ne pas travailler est plus explicite encore. Dans les classes de lycée professionnel et dans nombre d'autres filières dans l'enseignement secondaire, le professeur est obligé de chercher un compromis, sous peine d'être éjecté ou simplement ignoré. La négociation prend de plus en plus de force dans les institutions d'enseignement, à tous les niveaux, pas seulement en formation d'adultes mais en formation d'adolescents, voire d'enfants. Il faut y préparer les futurs enseignants. Il y a des techniques de négociation, de médiation, de règlement des conflits, des façons d'identifier les divergences et les intérêts, de construire des compromis, des contrats, des règles du jeu. Il y a des gens qui pratiquent la négociation dans le monde syndical, dans le monde professionnel. On ne manque pas de modèles. Pourtant, les enseignants ne sont absolument pas préparés à négocier avec

leurs élèves, leurs collègues ou la hiérarchie. L'école est un monde où le moindre conflit bloque la communication, se traduit soit par des régressions vers l'isolement ou la décharge d'agressivité, soit vers d'interminables palabres où tout se déverse sur la table, la sélection, les programmes, les horaires, l'évaluation, les parents, les conditions de travail, l'attitude des élèves, les rapports hiérarchiques aussi bien que les petites rognées individuelles : *Moi, je n'ai pas eu le local que je voulais, moi j'ai dû prendre une classe chargée*. Dans les deux cas, c'est la paralysie du débat. On ne sait pas négocier dans le monde de l'enseignement. La recherche en éducation peut aider les institutions de formation des maîtres à sortir de la naïveté, par exemple lorsqu'elle analyse la réalité du rapport pédagogique ou des accords et désaccords dans les collèges (Derouet, 1988, 1993).

Le travail hors de classe

Pour préparer correctement des enseignants à leur métier, il faudrait les former non seulement de ce qu'ils feront avec leurs élèves, mais à leurs tâches en dehors de la classe. Or la profession jette un assez intense *black-out* sur ce que font les enseignants lorsqu'ils ne sont pas avec leurs élèves (Ranjard, 1984). Dans certains pays, la recherche elle-même n'arrive pas à lever le voile: les enquêtes sont empêchées par les syndicats. On ne veut pas qu'on sache comment et où travaillent les enseignants lorsqu'ils ne donnent pas cours, parce que cette opacité rend malaisés le contrôle du temps de travail aussi bien que la comparaison avec d'autres métiers. Elle interdit souvent à l'administration d'intégrer à l'horaire formel des enseignants des temps de travail en commun, de peur de paraître attenter à leur vie privée. Les enjeux sont majeurs, tout réalisme se heurte à des intérêts investis dans le *statu quo*.

Que devient la transposition didactique et la construction du curriculum de formation lorsqu'on ne peut décrire publiquement les pratiques effectives ? Comment les

responsables des programmes de formation peuvent-ils mettre en place des modules de formation sans pouvoir dire totalement où ils puisent leurs images de la profession ? Le rapport Bancel ou d'autres textes officiels donnent en général du métier d'enseignant une image positive, complètement éthérée, aseptisée. Les formateurs et les responsables de la formation devraient être moins prudents et affronter ces zones d'ombre, sous peine de ne préparer les étudiants qu'à la face visible du métier. Un professeur qui enseigne dix-huit ou vingt-deux périodes de 45 minutes par semaine, que fait-il le reste du temps ? Comment s'organise-t-il ? Avec qui travaille-t-il ? Où ? Ces questions sont légitimes, non dans un but de surveillance policière, mais pour comprendre des aspects essentiels du métier: planification du cours, bricolage de situations didactiques, organisation d'une documentation personnelle, recherche, adaptation ou création de moyens d'enseignement ou d'évaluation, collaboration avec des collègues, réemploi du travail des autres années, mobilisation de ressources technologiques, correction ou exploitation de la production des élèves, préparation technique ou psychologique, renouveau, formation personnelle, lectures. Certes, en formation des maîtres, on visite le centre de documentation, on est confronté à des préparations idéales, on confectionne un matériel exemplaire, parfois sophistiqué. Mais comment fonctionnent, dans la pratique, la plupart des enseignants ? On dit aux étudiants comment il faudrait confectionner une épreuve. Il serait intéressant qu'ils sachent comment, de fait, leurs collègues expérimentés préparent une épreuve écrite, en général beaucoup plus vite, de façon beaucoup plus superficielle qu'on ne le dit dans les manuels, avec des préoccupations qui ne sont pas tant d'acquiescer de l'information sur les apprenants que d'être formellement équitables, donc irréprochables du côté des élèves, des parents, de l'administration. Toutes ces choses méritent d'être dites, la

recherche peut contribuer à les décrire sans juger.

Penser la pratique pour penser la formation

Pour décrire de telles facettes des fonctionnements didactiques et du métier d'enseignant, il faut aller au delà des images d'Epinal, entrer dans une analyse fine et parfois instrumentée des pratiques, des contrats pédagogiques. Le bon sens et la familiarité ne suffisent plus. Il faut que les formateurs d'enseignants ou les responsables du dispositif aillent regarder les choses de près, ne se contentent pas de se remémorer la façon dont ils pratiquaient lorsqu'ils étaient eux-mêmes professeurs.

On ne peut aujourd'hui concevoir des objectifs et des curricula de formation qu'avec une image précise des pratiques. Pour construire une représentation du métier, la recherche n'est pas la seule voie, mais elle devient une ressource importante si l'on veut décrire les pratiques effectives, comprendre "comment ça marche", cerner la réalité des processus d'apprentissage, des interactions didactiques, du fonctionnement des établissements et des systèmes éducatifs. Qui pourrait affirmer qu'on dispose d'ores et déjà d'une représentation du métier assez réaliste et précise pour construire sans coup férir des curricula de formation des maîtres ajustés aux conditions de la pratique ? Nous avons devant nous quelques décennies encore de travail intensif sur les facettes du métier d'enseignant, en particulier sur les plus cachées.

A travers ces exemples, une première thèse : la recherche en éducation est une façon irremplaçable de penser les pratiques pour penser la formation (Perrenoud, 1993 h). Elle ne saurait prétendre au monopole : les représentations du métier viennent aussi de l'expérience des formateurs, et notamment de la pratique actuelle des formateurs de terrain. Les étudiants, s'ils sont impliqués dans une véritable alternance théorie-pratique, peuvent également contribuer à

renouveler les images du métier et de ses véritables conditions d'exercice. Les associations professionnelles, les chefs d'établissements, les usagers détiennent aussi une part de vérité sur les pratiques enseignantes et leur évolution probable ou souhaitable. Loin de nier ces représentations, de vouloir y substituer sa vérité, la recherche peut s'en inspirer, valider ou infirmer des hypothèses qui ont cours, affiner, expliciter des intuitions. Elle peut aussi, en prenant les représentations du métier comme objets, montrer leurs biais et leurs limites.

II. L'apport de la recherche à la construction des dispositifs de formation

Au-delà de la détermination des objectifs et des contenus, de la transposition didactique, la recherche en éducation peut contribuer à la construction des dispositifs de formation. On se situe là à un autre niveau, celui de la mise en oeuvre des finalités, de la transformation d'un curriculum formel en curriculum réel, de la résistance des acteurs au projet, tant au niveau des processus de pensée et d'apprentissage que des conduites et des stratégies. La recherche en éducation étudie la construction et la mise en oeuvre des curricula, les stratégies des enseignants et des étudiants, les mécanismes de sélection/orientation, les systèmes concrets d'évaluation, la division du travail pédagogique, le fonctionnement des classes et des établissements, autant de savoirs qu'on pourrait réinvestir dans la conception des dispositifs de formation des maîtres.

La dynamique des établissements

Un institut de formation des maîtres n'est ni une école primaire, ni un collège, ni un lycée, mais on peut le considérer comme un établissement, une organisation scolaire dont la recherche en éducation peut contribuer à éclairer le fonctionnement. Sans doute un IUFM est-il un très grand établissement, qui compte beaucoup plus de formateurs et d'étudiants que les établissements

secondaires les plus importants. C'est un établissement qui regroupe des sites multiples et souvent éloignés, ce qui complique son fonctionnement. C'est un établissement composé à partir d'établissements autonomes qui conservent une part de leur identité ancienne. Malgré ces différences, les phénomènes de pouvoir, la formation d'une culture commune, les dynamiques de changement ne sont pas radicalement différents.

On sait de mieux en mieux quel type de leadership et de culture professionnelle favorise l'intégration, l'efficacité, l'auto-régulation et le renouveau des établissements. Les idées de culture de coopération, de professionnalisation interactive, de projet d'établissement, d'autoévaluation négociée, de communauté éducative, d'autorité négociée qui inspirent les collèges et lycées valent aussi pour les institutions de formation des enseignants (Demailly, 1990 ; Gather Thurler, 1993 a, b, c & d).

La socialisation professionnelle et l'entrée dans le métier

Lorsque les nouveaux enseignants arrivent dans les établissements, ils s'adaptent aux normes locales. S'opère alors une sorte de déni et de dévalorisation de la formation: *C'est bien joli tout ça, c'est ce qu'on t'a dit en formation, mais ici, vois-tu, c'est comme cela que ça marche !* La régression est souvent très longue. Non seulement on n'applique pas durant la première année ce qu'on vient d'apprendre en formation initiale, mais on y renonce définitivement et on se coule dans le moule par gain de paix.

Le risque de régression est d'autant plus fort que l'on n'est préparé ni à faire face aux attentes des collègues plus anciens, ni à mettre en pratique les aspects les plus novateurs de sa formation.

On peut, dans le dispositif de formation, préparer les futurs enseignants à choisir en connaissance de cause une voie médiane

entre ce que j'appelle réalisme conservateur et idéalisme béat. Ils doivent mesurer les risques, savoir que s'ils viennent raconter naïvement ce qu'on leur a conseillé durant leur formation initiale en didactique ou en psychopédagogie, ils vont se casser la figure. Aider les futurs enseignants à gérer cette distance peut devenir un objectif de formation et un aspect du parcours ; il s'agit de préparer à la tension entre les générations, au conflit entre les gens installés et les nouveaux, entre les anciens et les modernes, entre les conservateurs et les innovateurs. Quiconque n'est pas prêt à vivre ce conflit est incapable de comprendre ce qui lui arrive. Comme il a envie qu'on l'aime et qu'on l'accepte, il se conforme aux attentes de ses collègues, parce qu'il n'a pas les moyens de maintenir ouvertement - et même intérieurement ! - sa différence et donc son identité. On ne peut résister à la pression d'un groupe qu'en étant prévenu, préparé conceptuellement, mais aussi pourvu d'une identité personnelle, d'une certaine solidité affective et relationnelle. Sans cet effort, les compétences acquises en formation initiale vont se rétrécir comme peau de chagrin, si bien qu'au bout de quelques années ou quelques mois, on ne verra pas forcément la différence entre un jeune enseignant et un praticien formé il y a vingt ans.

Indépendamment des résistances de l'entourage, chaque enseignant fraîchement formé est confronté à la solitude et à la difficulté de s'en tirer seul. Meirieu insiste souvent sur l'importance du désétayage dans la formation. Construire des compétences passe par une prise en charge, un étayage, une pratique assistée, protégée. Si l'on ne prend pas le temps de faire le chemin inverse vers la pleine autonomie, les compétences acquises apparaissent inutilisables en pratique et le jeune enseignant en revient aux vieilles ficelles du métier. Une formation très avancée ne sert pas à grand chose si on ne réfléchit pas immédiatement sur les conditions de sa mise en pratique autonome.

Les stratégies des étudiants

Les études des carrières scolaires, l'analyse des comportements des consommateurs d'école (Ballion, 1982, 1986 ; Berthelot, 1982) montrent que les étudiants détournent constamment les dispositifs de formation à leur profit. Dès que, par exemple, on veut différencier les parcours pour tenir compte des acquis antérieurs et de besoins distincts, on peut difficilement éviter que certains utilisent ces degrés de liberté pour travailler le moins possible : dans la mesure où on lui en demande en général beaucoup trop par rapport à ses forces, l'étudiant adopte une ligne utilitariste et minimaliste. Une bonne partie des bonnes idées, notamment sur l'aménagement des cursus, sur l'individualisation des parcours peuvent être perverties parce qu'on n'a pas pris en compte les stratégies des étudiants et leurs effets pervers. Dans une expérience de pédagogie de maîtrise, s'il suffit de maîtriser 60% du programme pour progresser dans le cursus, pourquoi l'étudiant se casserait-il la tête pour en maîtriser 85% ? Même si c'est possible, son objectif est de passer au degré suivant, et non d'accumuler le maximum de compétences. Pour tenter de prévenir ces effets pervers, il faut probablement moduler les parcours, les options, l'encadrement des étudiants, le type d'évaluation, prévoir des garde-fous, des régulations. Les étudiants fonctionnent différemment selon le contrat didactique, selon qu'ils ont un interlocuteur de confiance ou s'en remettent au sens commun. Faute de savoir à qui parler, ils font ce qu'ont toujours fait les étudiants. Les instituts de formation des maîtres pourraient s'appuyer sur la recherche pour concevoir des dispositifs plus interactifs, négocier des contrats plutôt que de s'en remettre aux stratégies anonymes et minimalistes.

On n'apprend pas tout seul

C'est le titre d'un livre du CRESAS (1987), mais c'est aussi la leçon de tous les travaux de psychologie cognitive et sociale, qui montrent que les savoirs se construisent

mieux dans l'interaction. A-t-on tiré de cet acquis tous les bénéfices possibles en formation des enseignants, à la fois au niveau du dispositif et de la formation des formateurs ? N'est-on pas, souvent encore, dans des situations de transmission magistrale et de travail solitaire ? Ces travaux de recherche pourraient conduire, beaucoup plus systématiquement, à mettre des groupes de futurs enseignants en situation de résolution de problèmes, en mettant à leur disposition un certain nombre de personnes ressources et de documents. C'est l'idée de l'enseignement par modules, par projets, par réseaux, par groupes de besoins. Le prix à payer en terme de gestion des parcours, des horaires, des salles est si lourd qu'on préfère souvent, dans l'enseignement secondaire, dire que c'est utopique : il est en effet plus simple de dispenser des cours, de remplir des salles sur la base d'un horaire stable et d'une division du travail établie pour l'année ; c'est prévisible, c'est gérable, ça coûte moins cher. C'est aussi moins efficace. Les institutions de formation des enseignants ont l'avantage de travailler avec de jeunes adultes, elles courent moins de risques, elles pourraient donc ouvrir la voie en matière d'enseignement coopératif et modulaire.

Le temps de l'apprentissage

On sait que le temps des apprentissages n'est pas le temps de l'enseignement. Chevallard (1985) montre que temps de la construction des savoirs mathématiques n'est pas celui de l'enseignement mathématique. Il y a dans les processus d'apprentissage des temps morts, des temps faibles, des temps forts, des temps de restructuration accélérée, des temps de latence, des temps de cheminement souterrains dont on ne voit pas immédiatement le résultat, des régressions, des retours en arrière bénéfiques ou maléfiques. L'enseignement traditionnel ignore ces "désordres", il progresse de chapitre en chapitre, de notion en notion, tout au long de l'année, avec de petits temps d'arrêt, de révision ou de synthèse, sans reconnaître

qu'aucun étudiant n'apprend de façon aussi linéaire.

Dérouler le texte du savoir, tout enseignant est capable de le faire avec une bonne connaissance du contenu et quelques bases didactiques. S'adapter aux rythmes des étudiants, à la manière dont ils gèrent le temps de construction des savoirs et des compétences, c'est beaucoup plus complexe, cela appelle une pédagogie différenciée, oblige à s'écarter du texte du savoir pour improviser des réponses, expose à répondre à une question qui n'est pas dans le cours, mais bel et bien dans la tête de l'apprenant, qui renvoie au mieux au programme des degrés antérieurs ou suivants, qui parfois ne peut s'appuyer sur aucune transposition didactique préétablie...

On voit bien pourquoi l'école résiste aux savoirs sur les temps fantasques et inégaux, sur les désordres des apprentissages. Si elle prenait les acquis de la recherche en éducation plus au sérieux, l'école devrait offrir des parcours de formation moins linéaires, des séquences didactiques moins planifiées, faire une place plus grande au désordre, aux retours en arrière, aux parenthèses improvisées dans le texte du savoir, à la négociation en fonction des besoins des étudiants. Les institutions de formation des maîtres pourraient, là encore, être en pointe.

Faites comme je dis...

La recherche sur le curriculum réel pourrait également alimenter la conception des dispositifs de formation. J'écrivais il y a quelques années :

Lorsqu'on forme des maîtres, on leur fait vivre comme élèves un certain type de didactique et de relation pédagogique. Ce qu'ils apprennent tient très largement à ce *curriculum implicite*, voire caché. D'où l'importance d'une *cohérence* entre les modèles mis en pratique dans la formation des maîtres et ceux qu'on voudrait leur faire

adopter dans leurs classes. On ne peut espérer, en particulier :

- former des maîtres aux méthodes actives par une pédagogie traditionnelle et *ex cathedra* ;
- former des maîtres à une évaluation formative et à un enseignement différencié par une pédagogie uniforme et une évaluation sommative ;
- favoriser le décloisonnement des disciplines par une formation des maîtres qui sépare presque toujours français, mathématique, environnement, etc. ;
- former des maîtres capables de développer l'autonomie de leurs élèves en les traitant pendant leur formation comme des adolescents irresponsables ;
- amener les maîtres à favoriser le travail d'équipe et la coopération de leurs élèves sans leur donner maintes occasions de fonctionner de cette façon pendant leurs études ;
- convaincre les maîtres de valoriser le développement du raisonnement et de l'esprit critique en les évaluant sur leur conformité ;
- former des maîtres susceptibles de stimuler l'expression et la communication écrites et orales sans leur donner une pratique personnelle en ce domaine ;
- vouloir que les maîtres favorisent la recherche et la construction personnelle des connaissances en leur demandant de manifester comme adultes un rapport dépendant et respectueux au savoir des spécialistes.

En un mot, le "*Faites comme je dis, pas comme je fais*" est une manière très inefficace de former des enseignants! (Perrenoud, 1986).

Les institutions de formation des maîtres gagneraient à prendre au sérieux l'influence qu'exerce leur propre fonctionnement sur les modèles épistémologiques, didactiques et relationnels qu'intériorisent les futurs professeurs, et donc à s'inspirer de la

recherche en didactique et en sociologie du curriculum.

III. L'apport de la recherche au développement de démarches de formation

Une partie de la recherche en éducation porte sur les démarches de formation des maîtres et peut donc contribuer à leur évolution. Il en va de même, au prix d'une certaine transposition, des recherches sur d'autres formations d'adultes, d'autres formations professionnelles, d'autres formations centrées sur une pratique. Plus globalement, il y a dans nombre de recherches sur les processus d'enseignement ou d'apprentissage des éléments dont pourraient s'inspirer les démarches de formation des maîtres : pédagogie individualisée, évaluation formative, modes de régulation, clarification des objectifs, pédagogies de maîtrise, négociation d'un contrat didactique explicite, apprentissage par projets, travail en équipe, méthodes actives, travail à partir des représentations, dimension métacognitives, technologies éducatives: tout cela ne vaut pas seulement pour l'école obligatoire, les fonctionnements des adultes ne sont pas très différents.

Je m'en tiendrai ici aux apports possibles de la recherche comme **pratique de formation**, comme moyen de favoriser chez de futurs enseignants la construction de certaines compétences. Evidemment, il y a une connexion avec les niveaux précédents. On peut difficilement imaginer qu'il n'y ait aucun apport de la recherche à la transposition didactique qui sous-tend le parcours et à la conception des dispositifs de formation, mais que les formateurs soient néanmoins familiers des sciences de l'éducation et fassent de la recherche avec leurs étudiants. Il y a en toile de fond une certaine familiarité, une certaine proximité avec le monde de la recherche qui va se retrouver à tous les niveaux de la formation, des objectifs aux pratiques quotidiennes.

Je vais essayer, à travers divers exemples, de rappeler en quoi participer à une recherche peut être fécond en formation initiale. J'ai distingué trois raisons complémentaires de justifier l'initiation à la recherche (Perrenoud, 1992). La première considère la recherche comme une méthode active de formation. La seconde - la plus classique - vise une initiation à la recherche comme consommateur averti, voire comme enseignant-chercheur. Le troisième s'inspire de la pratique de recherche comme paradigme possible d'une pratique réfléchie.

Apprendre à voir, un rapport actif au réel

Qu'est-ce qu'on apprend de spécifique en faisant de la recherche plutôt que d'écouter des cours ? Quel genre de connaissances ou de compétences produit-on en impliquant les futurs enseignants dans une pratique de recherche ? Prenons l'exemple d'une recherche collective sur un thème précis: *Dans sa pratique en classe quelle est la part de sa culture, de son expérience, de ses pratiques extrascolaires que l'enseignant réinvestit ?* Autrement dit: où est-ce qu'il va chercher tout ce qu'il enseigne, au delà des programmes et de sa formation professionnelle ? Chaque enseignant puise dans son expérience, sa culture, ses valeurs, ses intérêts, sa vie. Pour en savoir plus, dans un champ encore peu couvert par la recherche, le plus formateur est d'y aller voir soi-même. Le professeur peut envoyer ses étudiants interviewer des enseignants en exercice pour saisir ce qu'ils transposent dans leur pratique en classe, par exemple en situation d'incertitude, de conflit, d'urgence, d'injustice, d'insécurité. Ils voient que la maîtrise de soi, des relations avec les autres, des événements, des savoirs, des émotions mobilise des schèmes construits en dehors de l'école et même en dehors de la socialisation professionnelle. Les étudiants découvrent un certain nombre de mécanismes de transposition qui ne sont pas décrits dans les livres et qui, même s'ils le sont, seront compris tout à fait autrement à travers une démarche personnelle de recherche. On

retrouve ici l'inspiration majeure des pédagogies actives: il appartient au sujet de construire ses connaissances à travers une action et une expérience personnelles.

Prenons l'exemple d'un étudiant qui interviewe deux enseignants primaires, l'un peintre à ses heures, l'autre alpiniste. Quelle part de leur hobby réinvestissent-ils dans leur pratique professionnelle ? La démarche permet de découvrir des choses qui touchent personnellement l'étudiant et lui permettent, bien mieux qu'un cours *ex cathedra*, de comprendre comment il investit lui-même ses valeurs et pratiques extraprofessionnelles dans son métier. Sans être peintre ou alpiniste, il est concerné parce que sa recherche dévoile des mécanismes de transfert plus généraux. Ainsi, avant de devenir peintre - à trente ans - l'un des enseignants interrogés pensait que la marche normale de la pensée est de finir une chose avant de passer à la suivante. Depuis qu'il peint, il a découvert qu'avoir une vingtaine ou une trentaine de toiles en chantier était beaucoup créatif, qu'il pouvait les reprendre ou les abandonner au gré de l'inspiration plutôt que de s'acharner à en achever une avant de s'autoriser à en commencer une nouvelle. Cet enseignant a transposé cette découverte dans sa salle de classe et s'est rendu compte qu'une partie des élèves fonctionnent "comme des peintres": ils résolvent certains problèmes d'autant mieux qu'on ne fait pas pression sur eux pour qu'ils aillent au bout d'une tâche avant de s'intéresser à autre chose.

On ne saurait évidemment généraliser. Il y a des esprits qui papillonnent sans succès et d'autres qui papillonnent avec efficacité, qui à la limite, trouvent dans la rupture, une source d'inspiration. Piaget écrivait régulièrement, tous les jours, et il avait pour règle de toujours laisser un paragraphe inachevé, voire une phrase interrompue. Il avait compris une chose essentielle, c'est que la machine se remet en marche beaucoup mieux si on l'arrête n'importe où que si on l'arrête à la fin d'un chapitre. De telles

découvertes sont essentielles en formation des maîtres. Une petite recherche permet de les faire *in vivo*, chez quelqu'un de concret auquel on peut se comparer. Ainsi, durant une autre année, mes étudiants ont travaillé sur le curriculum caché, c'est-à-dire tout ce qui est appris à l'école sans qu'on ait voulu l'enseigner, peut-être ce qu'on y apprend de plus solide et de plus durable : vivre sous le regard et le jugement des autres, cacher ses erreurs, être en compétition avec autrui, ne pas demander de l'aide parce que ce sera utilisé contre vous, s'ennuyer, attendre, ruser... Et chacun a découvert qu'il avait appris à l'école des choses qu'on ne met pas ordinairement en devanture, mais qui jouent un rôle important dans la vie.

Une recherche sur le curriculum caché, comme sur n'importe quel sujet didactique, psychopédagogique, psychosociologique, favorise certaines prises de conscience. Elle enseigne à mieux voir, à être sensible à d'autres aspects de la réalité ou de son propre fonctionnement intellectuel, relationnel, affectif. Quand on doit rédiger un protocole d'observation en didactique des mathématiques, on va s'intéresser de près aux consignes écrites, à ce que dit le maître, à ce que comprennent les élèves, à la façon dont ils se mettent au travail, aux règles implicites qui régissent le métier d'élève et le statut du savoir et de l'erreur. On voit alors des choses qu'un enseignant chevronné de mathématique n'a peut-être jamais vues, parce que son regard n'est armé ni des mêmes questions, ni des mêmes concepts que celui du chercheur.

La recherche oblige à regarder et à écouter avec moins de biais : c'est évident puisqu'elle doit avoir une certaine neutralité par rapport aux préjugés. On s'instrumente pour corriger les premières impressions, contrôler la subjectivité. Chacun croit savoir pleins de choses, par exemple sur les difficultés d'intégration d'un enfant immigré. Si on va voir comment cela se passe concrètement, on se rend compte que c'est loin d'être si simple, par exemple qu'il

y a des enfants d'immigrés qui ont des capacités d'intégration plus grandes des enfants indigènes, tout simplement parce qu'ils ont un parcours et un habitus d'adaptation beaucoup plus fort, que découvrir une nouvelle classe peut devenir une routine quand on a "roulé sa bosse".

La recherche incline à mieux voir le caché, le refoulé, le non dit, parce qu'elle s'intéresse à ce que le discours professionnel standard ne dévoile pas. Si l'on analyse les conversations de salle des maîtres, on découvre que, la plupart du temps, les praticiens ne parlent pas du métier ou en parlent sur le mode de l'anecdote ou du défoulement. Le temps de conversation entre enseignants est un temps de recharge des énergies, de sécurisation, de retraite du front plus qu'un temps d'échange constructif sur les pratiques professionnelles. On peut avoir l'impression que si on se voit tous les jours au moins vingt minutes, dans une école primaire, pendant des années, on a l'occasion de se dire plein de choses de ce qu'on fait en classe. Eh bien, pas du tout! Celui de la classe d'à côté reste souvent un inconnu, on sait si ses élèves font du bruit, s'ils rangent bien leurs chaussures ou leurs manteaux, beaucoup plus que comment le professeur explique en grammaire ou corrige les devoirs de mathématique. Ferait-on un pari sur les pratiques de ses collègues les plus proches qu'on se tromperait une fois sur deux ! La recherche fait prendre conscience de cet isolement et peut, en formation, conduire à s'en préserver.

La recherche oblige également à mieux prendre en compte les différences et les diversités. C'est la question de l'échantillonnage. La plupart du temps, chacun raisonne sur quelques cas particuliers: quelqu'un qui a une voiture de telle marque peut dire sans sourciller que "ces voitures" ont des problèmes d'allumage, mais qu'elles tiennent par contre très bien la route. Quiconque examine mille voitures de la même marque va forcément atténuer ce jugement et voir qu'en réalité, elles ne sont pas si différentes des autres, en

tout cas qu'on ne peut généraliser à partir d'une si courte expérience.

La recherche met en question les évidences du sens commun. On pense connaître beaucoup de choses à partir de ce qu'on a dans la tête plutôt qu'à partir d'une observation attentive de la réalité. La démarche scientifique, dans toutes les disciplines, consiste à y aller voir avant de dire. Cela n'interdit pas les hypothèses, mais incline à les vérifier. Hypothèse, vérification, retour à l'hypothèse, voilà qui est loin d'être la norme en pédagogie. On vient d'une tradition pédagogique extrêmement humaniste, discursive, abstraite, qui, pendant des siècles a dit comment l'enfant se développait et apprenait, comment la culture se transmettait. On est sorti de cette phase qu'on peut dire "préscientifique", mais nous restons tous bourrés de préjugés ou pétris de méconnaissances que nous remplaçons pas des conjectures. Dans le dernier quart d'heure d'un cours de 45 minutes, le professeur fonctionne-t-il autrement que dans le premier? Certains diront que c'est évident, d'autre que c'est faux, en fonction de pratiques et de croyances personnelles, et de quelques lieux communs. Chacun dira pourquoi et développera une théorie apparemment convaincante à l'appui de sa thèse. L'un dira que, dans le premier quart d'heure, le professeur a tout le temps devant lui, qu'il est moins fatigué, alors que, dans le dernier quart d'heure, il voit le temps passer, précipite les choses, devient plus fermé aux initiatives des élèves, les interpelle autrement, se fait plus bref, plus schématique, plus efficace, etc. Un autre dira qu'un enseignant digne de ce nom planifie son temps, ne se laisse pas prendre et agit en fonction du contenu et de la tâche plutôt que du temps qui reste. Et on se séparera, chacun restant convaincu qu'il a raison. La recherche montrera non seulement que tous les professeurs ne fonctionnent pas de la même façon, mais que le même professeur fonctionne différemment selon l'établissement, la discipline, les enjeux, le moment de l'année et d'une toile de fond

constituée par le contrat pédagogique et le climat global de la classe. Le sens commun permet toujours de faire un bout de chemin. Pour aller plus loin dans la prise en compte des différences, faire participer les étudiants à la recherche est un utile détour.

Se familiariser avec les méthodes et les produits de la recherche

Dans le domaine des sciences "dures", la distinction a tout son sens. De multiples procédés technologiques sont fondés sur les connaissances scientifiques à la construction desquelles les ingénieurs et techniciens n'ont pas participé. En sciences humaines, dans l'état présent de leur développement, il est peu de résultats qu'on puisse détacher de leur genèse. Pour en faire un usage pratique, il ne faut pas nécessairement faire de la recherche, mais il importe de saisir l'histoire des problématiques et des paradigmes, de situer les connaissances dans une dynamique marquée par des doutes, des conflits, de zones d'ombre. Ainsi, pour utiliser les acquis de la recherche sur la production de textes, mieux vaut être quelque peu familier de ceux qui formulent les questions de recherche, élaborent des concepts, des hypothèses ou des méthodes. Les praticiens de la formation ne peuvent s'approprier le contenu des recherches qu'en jouant un rôle actif dans le débat et la diffusion des idées, sinon dans la recherche de terrain elle-même.

Si on veut utiliser des ouvrages de sciences de l'éducation, lire Piaget, Bourdieu, Chevallard, il faut non seulement avoir, été confronté à ces textes en formation, avoir participé à des discussions sur ces lectures, mais peut-être avoir eu l'occasion d'observer personnellement des fragments de réalité illustrant ces théories. Ainsi, si l'on veut comprendre quelque chose à la notion de contrat didactique, il est fécond d'aller observer le fonctionnement de vrais contrats didactiques en participant à de petites recherches. Ces observations personnelles et leur élaboration fourniront de précieuses

clés pour lire les travaux des didacticiens. Une définition du contrat didactique donnée dans le cadre d'un cours est une notion abstraite, sans commune mesure avec la formation du concept sur le terrain, pour rendre compte dans les interactions en classe de certaines régularités inintelligibles sans l'existence d'une règle du jeu. Pour se préparer à utiliser les sciences de l'éducation tout au long de son existence, l'enseignant comme le formateur d'enseignants ont besoin de "mettre la main à la pâte".

Un paradigme pour une pratique réfléchie

La pratique réfléchie - *reflective practice* - est un terme inventé par Schön (1983, 1987), qui n'a pas travaillé au départ sur l'enseignement, mais avec des artistes, des architectes, d'autres professions et qui a tenté de décrire la façon dont les praticiens réfléchissent dans l'action et sur l'action. Un professionnel est quelqu'un qui essaie toujours, en temps réel ou avec un petit décalage, de comprendre ce qu'il fait fonctionner, de se demander: *Qu'est-ce que je fais, qu'est-ce qui se passe, est-ce que je m'y prends bien, est-ce que je pourrais faire mieux dans l'immédiat ou la prochaine fois?* C'est quelqu'un qui, à sa façon, "théorise sa pratique", pas pour le plaisir d'en parler ou d'écrire des livres, mais parce qu'il réinjecte ses analyses dans la prochaine étape de son travail. Cette régulation peut s'opérer selon des cycles très courts: si je donne une consigne pour un travail de groupe, que je m'aperçois qu'elle n'a pas passé, je peux dans la demi-heure qui suit, rectifier pour la tâche suivante. Il y a aussi des régulations à plus longue portée. Mais dans tous les cas, le mécanisme est le même, il consiste à réfléchir sur l'expérience, à comprendre ce qui s'est passé et à en tirer quelques leçons pour l'avenir.

Evidemment, entre une recherche scientifique et une pratique réfléchie, il y a pas mal de différences. Dire que le praticien est un chercheur dans sa classe, sur sa propre pratique, est acceptable si l'on entend

recherche dans un sens très vague. Mais par rapport au chercheur professionnel, au chercheur du CNRS, il y a beaucoup de différences. L'enseignant doit respecter un contrat didactique, il obéit à des règles déontologiques, il y a donc des questions qu'il n'a pas le droit de poser aux élèves parce qu'elles touchent à la sphère privée ou déséquilibreraient le rapport pédagogique, alors qu'un chercheur prendra le risque en protégeant l'anonymat des personnes. En situation d'incertitude le chercheur attend et prolonge sa réflexion, l'enseignant lui doit agir, même s'il n'est pas sûr d'avoir raison, car il ne peut s'arrêter le temps voulu pour penser ou observer. La connaissance construite par le praticien est réinvestie en circuit fermé, et ne se soumet pas aux critères de validation de la communauté scientifique: la connaissance locale suffit, pourvu que "ça marche" ici et maintenant, peu importe qu'à cent kilomètres ou dans la classe voisine, ce ne soit pas valable. La recherche doit au contraire se confronter constamment au problème de la généralisation. Pour l'enseignant, les implications pratiques des savoirs doivent être pesées, négociées. Une maîtresse enfantine, sensible à l'absence de sphère privée de ses élèves de cinq ans, crée dans sa classe un espace clos auquel elle n'a pas accès, où elle ne voit pas ce qui se passe. Concrètement, c'est une tente plantée dans un coin de la classe. Elle se rend compte que dans cette tente, il se passe des choses pas faciles à défendre devant des parents ou des collègues si elles venaient à se savoir; les élèves profitent de cette vie privée pour se battre ou se livrer à des attouchements qui ne sont pas censés être autorisés, encore moins encouragés à l'école maternelle. Cette enseignante a une connaissance précise et fondée des enfants et sait qu'une partie du développement, à cet âge, se fait mieux hors de la vue de l'adulte, qu'il importe que les enfants disposent d'un espace qui leur appartienne. A quoi bon le leur ouvrir si c'est pour en interdire immédiatement l'usage ? Mais comment en convaincre une mère qui vient se plaindre *Mon fils m'a*

raconté que... Il ne suffit pas de savoir que c'est bien, il faut se sentir le droit, la force d'affronter le jugement des autres adultes. Le chercheur peut affirmer des idées générales sans s'exposer au même degré.

Le praticien fait partie de la situation, il y a des choses auxquelles il est aveugle, nécessairement, parce qu'il ne peut ou ne veut pas le savoir. Il ne sait pas toujours pourquoi il crie, "perd les pédales", met toute la classe en émoi pour un seul élève, de sorte qu'il faut vingt minutes pour que chacun reprenne son calme. Tout simplement parce que c'est son inconscient qui gouverne sa conduite, exprimant toutes sortes d'attitudes archaïques, de rapports à l'autorité et à l'autre qui ne sont pas très faciles à accepter, ni même à percevoir.

Entre pratique réfléchie et recherche, il y a donc d'importantes différences. Mais il y a aussi, c'est ce qui nous intéresse, plusieurs points communs. En quoi une pratique de recherche pour les étudiants peut-elle modéliser une pratique réfléchie pour les enseignants en exercice ? Elle habitue à contrôler les biais, à se méfier de ses intuitions et des idées toutes faites; elle habitue à la complexité: rien n'est jamais aussi simple qu'on ne l'imaginait. Elle oblige à se dégager des impressions subjectives pour confronter sa perception à celle d'autres observateurs. Un praticien réfléchi n'est pas un praticien solitaire, il parle avec des collègues dans une équipe pédagogique, dans l'établissement, au sein de réseaux de formation.

Autre modèle qu'on peut emprunter à la recherche: avoir le souci de valider ce qu'on pense, émettre des hypothèses plus que des jugements catégoriques, engranger un certain nombre d'observations pertinentes, revenir à sa théorie pour la corriger ou la nuancer, amorcer un nouveau cycle d'observation ou d'expérimentation. De tels fonctionnements, familiers aux chercheurs, pourraient définir la pratique réfléchie si l'on en retient l'esprit général plutôt que le détail des procédures.

IV. Un programme pour vingt ans

Pour aller plus loin, il faudrait ne pas considérer la recherche en éducation comme un bloc, mais plutôt poser le problème de ses apports à la conception de la formation des maîtres domaine par domaine. Si l'on inventorie les thèmes de recherches en éducation, on arrive facilement à des centaines ou des milliers. Mieux vaudrait prendre un parti synthétique, par exemple en découpant la recherche en éducation en cinq grands domaines :

1. Le métier d'enseignant, le fonctionnement des établissements et des systèmes éducatifs.

2. La scolarisation de pratiques ou de savoirs ayant cours hors de l'école, le curriculum formel, la culture scolaire.

3. Les pratiques pédagogiques, la relation, le groupe, la gestion de classe, la différenciation.

4. Les processus de développement et d'apprentissage, la construction des connaissances et des compétences.

5. Les interactions didactiques, le curriculum réel, le travail scolaire.

Ce ne sont pas des découpages disciplinaires. Il s'agit plutôt de niveaux de fonctionnement des systèmes éducatifs. A l'élucidation de ce qui se passe sur chacun concourent des approches psychologiques, sociologiques, didactiques, historiques, anthropologique, linguistiques, etc.

Je n'ai ici que jeté quelques coups de projecteur dans cet ensemble. Un exercice plus systématique, qui demanderait évidemment des moyens plus lourds, consisterait à inventorier pour chaque niveau les apports possible de la recherche 1) à la transposition didactique et à la construction des curricula, 2) à la conception et à la gestion des dispositifs de formation et 3) aux démarches de travail avec les étudiants. Ce

qui amènerait à parcourir les cellules du tableau suivant :

Tableau des apports de la recherche en éducation

Domaines	Apports	1. Construction des objectifs et du curriculum de for- mation	2. Dispositifs et établissements de formation	3. Démarches de travail avec les étudiants
1.	Le métier d'enseignant, le fonctionnement des établissements et des systèmes éducatifs.			
2.	La scolarisation de pratiques ou de savoirs ayant cours hors de l'école, le curriculum formel, la culture scolaire.			
3.	Les pratiques pédagogiques, la relation, le groupe, la gestion de classe, la différenciation.			
4.	Les processus de développement et d'apprentissage, la construction des connaissances et des compétences.			
5.	Les interactions didactiques, le curriculum réel, le travail scolaire.			

On le voit, le travail n'est qu'esquissé. C'est un programme pour vingt ans. Il ne saurait être réalisé par les chercheurs seulement. Pour que les apports de la recherche en éducation ne restent pas des virtualités, il faut évidemment que les responsables des institutions et les formateurs aient un pied dans le monde de la recherche en éducation. Ils ne pourront s'approprier un certain nombre de ces connaissances sans être en relation de travail avec les chercheurs. Être dans des réseaux, cela peut vouloir dire aller à l'INRP, travailler avec des gens du CNRS ou des universités, sortir de l'Institut de formation des maîtres pour collaborer à des travaux de recherches, à des publications, à des congrès, etc. Cela peut aussi consister à faire venir des chercheurs dans l'Institut de formation des maîtres pour des conférences, des interventions, des suivis, etc.

On peut aussi s'interroger sur la part de recherche autonome dans les Instituts de formation des maîtres. A ce propos se posent certaines questions sur le statut scientifique de cette recherche par rapport à la recherche académique pure et dure, donc sur sa valeur. Est-ce qu'on peut, dans le même congrès, présenter une recherche faite en IUFM à côté d'une recherche faite en Faculté ou au CNRS ? Certains vous diront qu'on ne doit

pas "mélanger les torchons et les serviettes". Le débat sur la valeur des recherches est un débat sur l'épistémologie, la valeur de la science. Mais ce n'est pas à mon sens le plus important.

Ce qui importe, c'est qu'on ne se trompe pas d'endroit. Il ne sert à rien, dans un IUFM, de faire de la recherche comme si on était au CNRS. Je ne pense pas d'abord à la classique opposition entre recherche appliquée et recherche fondamentale. Dans un IUFM, on se trouve dans un lieu fondamentalement **interdisciplinaire**, au sens des sciences de l'éducation, des sciences humaines. Même si on est dans le cadre d'une discipline scolaire, on navigue dans l'interdisciplinaire du point de vue psychologie, sociologie, anthropologie, histoire, etc. Le seul intérêt de la recherche en didactique et plus largement en sciences de l'éducation dans les lieux de formation des maîtres, c'est d'être une recherche sur des **objets complexes**, des systèmes, des pratiques dont l'intelligibilité mobilise toutes sortes de disciplines, de paradigmes, de méthodes.

Laissons aux sociologues de l'éducation, aux psychologues de l'apprentissage, aux

psychanalystes le droit de faire des recherches sectorielles pointues sur des microprocessus ou des aspects bien isolés de la réalité. En formation des maîtres, ce qui nous intéresse, c'est une recherche sur la complexité, sur la totalité du métier parce que c'est notre spécificité. Il y a des psychologues, des sociologues, des anthropologues, des historiens dans d'autres facultés, certains font des recherches sur l'éducation. Ce qui réunit les formateurs en sciences de l'éducation, c'est la référence au métier et au système éducatif dans leur globalité, objets de recherches interdisciplinaires sur l'éducation. Ces recherches ont comme dénominateurs

communs les pratiques et les fonctionnements du système éducatif. Pas des objets abstraits et théoriques, mais plutôt des objets concrets qu'on ne peut éclairer qu'à partir de plusieurs disciplines, de plusieurs paradigmes, de plusieurs méthodologies qualitatives et quantitatives.

Si je devais dire quelle politique peut donner une spécificité et une épine dorsale à la recherche dans les instituts de formation des maîtres, je dirais donc que c'est une recherche interdisciplinaire sur la complexité, qui tente d'allier savoirs savants et savoirs d'expérience, pratiques et théories.

REFERENCES

- Ballion, R. (1982) *Les consommateurs d'école*, Paris, Stock.
- Ballion, R. (1986) Le choix du collège: le comportement "éclairé" des familles, *Revue française de sociologie*, XXVII, n° 4, pp. 719-734.
- Berthelot, J.-M. (1983) *Le piège scolaire*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Charlot, B., Bautier, E. & Rochex, J.-Y. (1992), *Ecole et savoir dans les banlieues... et ailleurs*, Paris, Armand Colin.
- Chevallard, Y. (1985) *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée Sauvage (2ème édition revue et augmentée, 1992).
- Cifali, M. (1986) L'infini éducatif: mise en perspectives, in Fain, M. et al. (éd.) *Les trois métiers impossibles*, Paris, Les Belles Lettres, Confluents psychanalytiques.
- CRESAS (1987) *On n'apprend pas tout seul! Interactions sociales et construction des connaissances*, Paris, Ed. ESF.
- Demailly, L. (1991) *Le Collège: crise, mythes, métiers*, Lille, Presses universitaires de Lille.
- Derouet, J.-L. (1988) Désaccord et arrangements dans les collèges: vingt collèges face à la rénovation, *Revue française de pédagogie*, n° 83.
- Derouet, J.L. (1992) *Ecole et justice. De l'égalité des chances aux compromis locaux*, Paris, Métailié.
- Dubet, F. (1991) *Les lycéens*, Paris, Seuil.
- Gather Thurler M. (1993 a) Amener les enseignants vers une construction active du changement. Pour une nouvelle conception de la gestion de l'innovation, *Education & Recherche*, n° 2, pp. 218-235.
- Gather Thurler, M. (1993 b) Renouveau pédagogique et responsabilités de la direction de l'établissement, in Actes du Colloque franco-suisse de l'AFIDES, *Le directeur/la directrice d'établissement scolaire et le renouveau pédagogique*, Morges (Suisse), à paraître.
- Gather Thurler, M. (1993 c) *Relations professionnelles et culture des établissements scolaires: au delà du culte de l'individualisme?*, Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Gather Thurler, M. (1993 d) L'efficacité des établissements ne se mesure pas: elle se construit, se négocie, se pratique et se vit, in M. Crahay (éd.) *Problématique et méthodologie de l'évaluation des établissements de formation*, Université de Liège, à paraître.
- Gather Thurler, M. & Perrenoud, Ph. (1991) L'école apprend si elle s'en donne le droit, s'en croit capable et s'organise dans ce sens!, in Société Suisse de Recherche en Education (SSRE), *L'institution scolaire est-elle capable d'apprendre?*, Lucerne, Zentralschweizerischer Beratungsdienst für Schulfragen, pp. 75-92.
- Huberman, M. (1983) Répertoires, recettes et vie de classe: Comment les enseignants utilisent l'information, *Education et Recherche*, 5, 1, 157-177
- Huberman, M. (1989) *La vie des enseignants. Evolution et bilan d'une profession*, Neuchâtel et Paris, Delachaux & Niestlé.
- Hutmacher, W. (1990) *L'école dans tous ses états. Des politiques de systèmes aux stratégies d'établissement*, Genève, Service de la recherche sociologique.
- Meirieu, Ph. (1989) *Enseigner, scénario pour un métier nouveau*, Paris, ESF.
- Meirieu, Ph. (1989) *Apprendre... oui, mais comment?*, Paris, Ed. ESF, 4e éd.
- Meirieu, Ph. (1990) *L'école, mode d'emploi. Des 'méthodes actives' à la pédagogie différenciée*, Paris, Ed. ESF, 5e éd.
- Perrenoud, Ph. (1983) La pratique pédagogique entre l'improvisation réglée et le bricolage, *Education & Recherche*, n° 2, pp. 198-212.

- Perrenoud, Ph. (1984) *La fabrication de l'excellence scolaire: du curriculum aux pratiques d'évaluation*, Genève, Droz.
- Perrenoud, Ph. (1986) *La formation initiale des enseignants primaires: quelques réflexions*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Perrenoud, Ph. (1987) Vers un retour du sujet en sociologie de l'éducation? Limites et ambiguïtés du paradigme stratégique, in Van Haecht, A. (éd.), *Socialisations scolaires, socialisations professionnelles: nouveaux enjeux, nouveaux débats*, Bruxelles, Université Libre, pp. 20-36.
- Perrenoud, Ph. (1988) Nouvelles didactiques et stratégies des élèves face au travail scolaire, in Perrenoud, Ph. & Montandon, Cl. (éd.), *Qui maîtrise l'école? Politiques d'institutions et pratiques des acteurs*, Lausanne, Réalités sociales, pp. 175-195.
- Perrenoud, Ph. (1991) *Pratiques pédagogiques et métier d'enseignant: trois facettes*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Perrenoud, Ph. (1992) *L'évaluation des établissements scolaires, un nouvel avatar de l'illusion scientifique?*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, (à paraître dans les Actes de la rencontre de l'ADMEE "Problématique et méthodologie de l'évaluation des établissements de formation", Liège, 23-25 septembre 1991).
- Perrenoud, Ph. (1993 a) *L'école face à la complexité*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Perrenoud, Ph. (1993 b) Formation initiale des maîtres et professionnalisation du métier, *Revue des sciences de l'éducation* (Montréal), vol. 18, n° 3, pp. 59-76.
- Perrenoud, Ph. (1993 c) L'organisation, l'efficacité et le changement, réalités construites par les acteurs, *Education & Recherche*, n° 2, pp. 42-58.
- Perrenoud, Ph. (1993 d) Favoriser la rénovation pédagogique: routine ou travaux d'Hercule?, in Actes du Colloque franco-suisse de l'AFIDES, *Le directeur/la directrice d'établissement scolaire et le renouveau pédagogique*, Morges (Suisse), à paraître.
- Perrenoud, Ph. (1993 e) La formation au métier d'enseignants: complexité, professionnalisation et démarche clinique, in Association Québécoise Universitaire en Formation des Maîtres (AQUFOM), *Compétence et formation des enseignants?*, Trois-Rivières, Coopérative universitaire de Trois-Rivières, pp. 3-36.
- Perrenoud, Ph. (1993 f) *L'ambiguïté des savoirs et du rapport au savoir dans le métier d'enseignant*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Perrenoud, Ph. (1993 g) *Métier d'élève, métier d'enseignant: un point de vue sociologique*, Genève, Service de la recherche sociologique & Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Perrenoud, Ph. (1993 h) *Penser les pratiques pédagogiques pour penser la formation des maîtres. Regards sociologiques*, Paris, L'Harmattan, sous presse.
- Ranjard, P. (1984) *Les enseignants persécutés*, Paris, Robert Jauze.
- Schön, D. (1983) *The Reflective Practitioner*, New York, Basic Books.
- Schön, D. (1987) *Educating the Reflective Practitioner*, San Francisco, Jossey-Bass.

LE RÔLE DE LA RECHERCHE DANS LA FORMATION DES MAÎTRES

Table Ronde

Animée par Jeanne BOLON
IUFM de Versailles

Participants :

Philippe PERRENOUD

Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation & Service de la recherche sociologique - Genève

Denis BUTLEN, IUFM de Créteil, centre de Melun,

Roland CHARNAY, IUFM de Lyon, centre de Bourg-en-Bresse, équipe nationale INRP,

Claude COMITI, Directeur adjoint, chargée de la recherche et des relations avec les universités à l'IUFM de Grenoble,

Bernard CORNU, Directeur de l'IUFM de Grenoble, Président de la Conférence des Directeurs d'IUFM,

Albert HUGON, Inspecteur pédagogique régional de mathématiques, académie de Grenoble,

Claudine ROBERT, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Les participants du colloque avaient reçu préalablement à la journée sur la recherche un dossier que l'on trouvera en annexe ainsi qu'une présentation résumée des points de vue des membres de la Table Ronde. A la suite de l'exposé de Philippe PERRENOUD, les participants ont été invités à rédiger des questions en direction des membres de la Table Ronde. Ces questions ont été ensuite regroupées par thèmes pour faciliter le débat.

1- Quelles recherches ?

** Qu'est-ce que "mettre un pied dans une recherche" ?*

** Quelle formation (à la recherche, par la recherche) des nouveaux formateurs en IUFM ? En particulier, quelle formation minimale pour les "directeurs de mémoires" ?*

** Comment s'intégrer à un réseau de recherche pour les nouveaux formateurs (non formés et non initiés à la recherche) ?*

** Qu'est-ce que la recherche peut apporter aux formateurs par rapport à la mise en place d'une formation interdisciplinaire, ou inter-cycle (PE-PLC) ou interféromètres (instituteurs maîtres-formateurs, PIUFM, universitaires...) ?¹*

Claude Comiti

A ceux qui disent : "il faut au moins avoir un pied dans la recherche", je réponds : vous avez raison, on ne peut être formateur d'enseignants sans être en liaison (j'emploie exprès des termes vagues) avec la recherche. Mais comment faire ?

Il est difficile de répondre à cette question sans savoir de quelle recherche on parle.

¹ La formulation des questions a été parfois retouchée pour une meilleure lisibilité.

Philippe Perrenoud a donné son opinion sur la spécificité des recherches à conduire en IUFM. Je distinguerai, quant à moi, deux types d'activités de recherches :

- les recherches individuelles. On peut faire de la recherche de manière personnelle, DEA, thèse, que ce soit en didactique ou sciences de l'éducation ou dans une discipline. C'est utile pour les formateurs qui conduisent ces activités, éventuellement pour leur carrière et aussi pour l'institution. Mais je ne crois pas que ce soit ce dont voulait parler l'auteur de la question.
- les recherches de l'institution ou celles que l'institution suscite. Je vais développer cet aspect.

Il y a un grand éventail de recherches possibles en IUFM ; toutes ont comme caractéristiques de pouvoir nourrir les processus et les contenus de formation. On les rencontre à différents niveaux : recherches qui produisent des savoirs nouveaux, recherches qui contribuent à mettre en oeuvre et à valoriser ces nouveaux savoirs, à les diffuser par le biais de construction d'ingénieries de formation. Dans ce type de recherche, collective par définition, chacun peut trouver sa place.

"Mettre un pied dans une recherche", cela peut se traduire par la participation à une équipe dans laquelle on aura un rôle spécifique, qui peut aller de la définition de la problématique à la réalisation de séquences expérimentales ou à leur observation, sachant qu'aucun rôle dans une recherche n'est négligeable et que tous sont d'égale dignité.

J'ai éliminé les recherches individuelles autres que les recherches certifiantes dont j'ai parlé au début. Car, pour moi, les recherches en IUFM sont des recherches conduites en équipe intercatégorielle (pour la plupart), quel qu'en soit le thème : didactique, sciences de l'éducation, ou problème spécifique de la formation comme par exemple, le mémoire professionnel. Chaque membre a une place spécifique dans l'équipe, définie collectivement. Le temps consacré à cette activité

n'est pas le même pour tous. Le chercheur professionnel doit garantir la scientificité des travaux. Le travail collectif a un double but : avancée des travaux mais aussi formation à la recherche par la recherche de certains des membres de l'équipe.

"Mettre un pied dans la recherche", ce peut être aussi, pour ceux qui ne souhaitent pas s'impliquer eux-mêmes dans des activités de recherche, participer à des séminaires, lire des documents issus de la recherche et s'interroger du point de vue du formateur sur ce que l'on peut en tirer pour faire évoluer les processus et contenus de formation.

Roland Charnay

Pour tenter de mettre de l'ordre dans le débat des rapports entre recherche et formation, on peut essayer de situer ceux-ci dans le système triangulaire qui articule "formation", "enseignement" et "recherche", les formés étant appelés à rejoindre le pôle "enseignement".

Le métier d'enseignant peut être considéré dans une double perspective :

- sa réalité actuelle avec ses pratiques, ses rites ..., qui propose à notre analyse des savoir-faire largement empiriques,
- les demandes de changement qui sont formulées par l'institution, changement qui peut être souhaité par certains partenaires, refusé par d'autres.

Dans cette optique, la formation ne peut pas se satisfaire du seul dialogue avec la recherche. La définition et la mise en oeuvre de programmes et de dispositifs de formation supposent au moins une triple analyse :

- analyse des publics accueillis en formation, par exemple celle du rapport personnel que chaque étudiant entretient avec les mathématiques (aux plans cognitif, culturel, affectif, ...) ou encore celle des représentations qu'ont les formés sur les questions d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques ;

- analyse de la réalité actuelle du métier d'enseignant tel qu'il s'exerce, de la réalité du milieu dans lequel travailleront nos étudiants, milieu qui agira sur eux et sur lequel ils devront agir, analyse de l'écart qui peut exister entre ce qui est travaillé en formation et cette réalité,

- analyse des évolutions souhaitables que la formation peut contribuer à réaliser, l'enseignant restant, comme le dit Gilbert Arsac² : "un professionnel dont on attend un certain résultat"... avec une liberté de choix sur les moyens, choix qui doit être éclairé.

Dispose-t-on, en France, de suffisamment de résultats de recherche sur ces différentes questions ?

Claudine Robert

J'ai été gênée par beaucoup de discours normatifs sur la recherche en IUFM. On se posait la question : "Est-ce qu'elle doit être universitaire, diplômante ?", sans se poser la question du contenu. La conférence a apporté des ouvertures. Les professeurs de mathématiques en IUFM ont très peu de possibilité de faire des recherches universitaires en mathématiques et ils ont l'impression qu'il ne leur reste plus que la voie des recherches en didactique ou en sciences de l'éducation. Aux gens qui sont en IUFM je voudrais dire qu'il y a des champs intéressants, qui demanderaient qu'ils accroissent leur savoir en mathématiques. On m'a demandé des exemples : il serait intéressant que les professeurs d'IUFM regardent la recherche opérationnelle et la théorie des graphes, pour voir comment les introduire un jour dans les curricula ; ou encore que les professeurs d'IUFM accroissent beaucoup leur bagage en statistiques, pour voir comment modifier la manière dont sont introduites les statistiques dans les programmes. Il y a

d'autres voies pour la recherche en IUFM que la didactique ou les sciences de l'éducation.

Philippe Perrenoud

Quelle formation pour les formateurs ? Tout passe-t-il par la recherche ? Je n'en suis pas convaincu. Il est normal, dans la phase que traversent les IUFM, que la place, le statut, le territoire, l'avenir des formateurs importent plus que leurs compétences réelles, parce qu'il y a réorganisation du champ : tout le monde cherche sa place, dans une certaine instabilité du contexte institutionnel et politique. Il est trop tôt ou trop tard pour se poser la question du profil de compétences des formateurs.

A Genève, nous sommes dans une situation un peu différente. Nous envisageons une formation des professeurs d'école en quatre ans après le bac, non pas dans un Institut pédagogique supérieur, mais dans une Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation. Les formateurs seront pour une large part des professeurs, assistants ou chefs de travaux qui ont une expérience de recherche en sciences de l'éducation, en didactique, psychologie, sociologie, anthropologie. Leur problème n'est pas d'avoir un pied dans la recherche - ils l'ont -, mais d'aller vers des démarches cliniques, vers une plus forte articulation théorie-pratique. Le problème se posera peut-être pour les praticiens issus du terrain qui deviendront formateurs au moment de la création du nouveau parcours. Mais ils auront tous une licence en sciences de l'éducation ou sciences humaines, soit quatre ans d'études de premier puis de second cycle universitaire, et ils auront rédigé un mémoire de recherche. La familiarité avec la recherche ne sera donc pas le premier souci des formateurs impliqués dans le nouveau parcours.

Ils s'interrogeront plutôt sur les compétences qu'exige la formation de *praticiens*

² Actes du colloque INRP 12-13-14 février 1992 "Recherches en didactique". Contribution à la formation des maîtres.

réfléchis. Mettre l'étudiant en situation de réfléchir sur son expérience pratique dès le début de sa formation, c'est facile à dire, mais cela demande du formateur une souplesse, une mobilité, une ouverture, une curiosité, une identité, une capacité de communication peu communes. Aider à construire des compétences et des connaissances à partir de l'expérience du terrain exclut qu'on se retranche derrière des spécialisations disciplinaires étroites, et impose une part importante de négociation et d'improvisation dans la fabrication du curriculum. La formation des formateurs devrait les préparer à une telle démarche clinique, leur permettre de consolider des savoir-faire qu'on peut associer à plusieurs mots-clés : interaction, transposition dynamique, animation, concertation, observation, évaluation formative, individualisation, gestion de groupes, planification souple, organisation, analyse, synthèse, communication, sollicitation, respect des personnes, pédagogie du contrat. La maîtrise des disciplines et celle des sciences de l'éducation ne suffisent pas lorsqu'il s'agit de favoriser la construction des compétences au gré d'une interaction entre le terrain et un lieu de théorisation. Il ne suffit pas, pour être un bon formateur, d'être un très bon chercheur, ni même un très bon professeur d'université. C'est d'une pratique spécifique de formateurs d'adultes qu'il est question. Ceux qui font de la formation d'adultes dans toutes sortes de secteurs sont souvent allés plus loin que les gens d'école pour faire s'exprimer les personnes en formation sur leurs pratiques et leur expérience et pour construire des savoirs sur cette base, dans un groupe, un réseau ou d'autres structures souples. Il y a là des savoirs et des savoir-faire de formateurs qu'on commence à peine à percevoir du côté de la formation initiale des enseignants et que personne ne détient vraiment.

La formation de formateurs, cependant, ne consiste pas à emprunter un répertoire de savoir-faire et à l'appliquer. Les formateurs

commenceront plutôt par réfléchir ensemble sur ce qu'ils feront avec les étudiants, à la façon dont ils encadreront leur travail d'observation ou d'expérimentation chaque fois qu'ils iront passer trois ou cinq semaines dans une école. Nous avons prévus par exemple des modules dont le propos est de construire des *regards* sur la pratique : la communication, le travail, le contrôle, le pouvoir, la relation, la norme. On ne voit rien si l'on n'est pas préparé à voir. Le travail du formateur est alors de favoriser l'émergence et la formulation de questions, l'élaboration de cartes conceptuelles qui aident les étudiants à percevoir et à interpréter les phénomènes, à s'orienter devant la complexité du réel.

La polyvalence des formateurs sera l'un des défis. L'expérience en classe confronte à des *objets complexes* : aucune leçon de mathématiques ne peut être enfermée dans la didactique. Janine Filloux a donné un titre éloquent à son livre (Dunod) "*Le contrat pédagogique ou comment faire aimer les mathématiques à une jeune fille qui aime l'ail ?*" De même les travaux de Stella Baruk (*Echec et maths, Fabrice ou l'école des mathématiques, L'âge du capitaine*, tous au Seuil) montrent bien qu'entrent en jeu d'autres aspects : la relation, le rapport au pouvoir et au savoir en général, le rapport aux autres, le rapport à l'erreur. La didactique moderne traite une partie de ces phénomènes, elle se saurait avoir réponse à tout. La polyvalence consiste à répondre à la demande des étudiants plutôt qu'à se retrancher derrière une discipline. Accepter la polyvalence, c'est oser s'aventurer dans des territoires ou des champs dont on n'a pas la maîtrise totale par sa propre formation académique. Parce qu'il est plus utile pour l'étudiant de rencontrer des gens qui s'aventurent hors de leur territoire. A quoi bon prendre de plein fouet la complexité du réel si c'est pour s'entendre dire : *Revenez l'an prochain, allez suivre le cours de mon collègue de psychologie, de didactique ou de sociologie, il vous répondra*. Un tel

fonctionnement fait courir aux formateurs universitaires plus de risques qu'ils n'en prennent ordinairement, et les prive de la relative protection que représente la division classique du travail académique.

2- Les formateurs et leur rapport à la recherche

** Dans un IUFM où il n'y a pas de tradition de recherche :*

- pas de lieu proche de recherche scientifique,

- pas d'enseignant ayant réalisé un travail de recherche (thèse ou autre),

- pas de lien avec une équipe de recherche (faculté, INRP, ...),

quelles sont les conditions permettant la mise en place de ces démarches de recherche ?

Plus précisément, quelles formes d'organisation ? Quels moyens de fonctionnement ? Quel contrat avec l'institution ? Quelles méthodes ? Quel lien avec la recherche existante (productions, chercheurs) ? Quel type de production ? Pour quel public ? Quelle évaluation ? Quelles garanties de scientificité ou, au minimum, de "sérieux" ? ...

Quelle bibliographie minimum pour un "bon départ" ?

** Faut-il envisager d'articuler, et si oui, comment, les recherches en IUFM, les recherches interdisciplinaires, portant sur des objets complexes, avec certains des travaux de recherche entrepris dans les laboratoires universitaires, au CNRS, ...*
Quels séminaires organiser pour une recherche en IUFM ?

** Comment articuler recherches en sciences de l'éducation et recherches en didactique des disciplines ?*

** A-t-on les moyens, au sein d'un IUFM, de mettre en place une recherche intercatégorielle (instituteurs maîtres-formateurs, futurs professeurs d'école,*

professeurs) et interdisciplinaire ? Quelles modalités pratiques ?

** On a souvent parlé de la dérive prescriptive des recherches en éducation et de leur exploitation. Où en est-on ?*

Albert Hugon

Il est frappant de constater la grande distance qui sépare les résultats de la recherche et le "terrain", tant par manque de lisibilité de ceux-ci, en regard d'une mise en œuvre pratique, que par confidentialité de leur diffusion.

L'un des rôles des groupes de recherche des IUFM ne devrait-il pas être de viser à réduire cette distance et de constituer les maillons aux "interfaces" manquants : "vulgarisation" et "traduction" des résultats existants, ainsi qu'engagement de travaux sur des sujets "médiateurs" ?

Ce rôle se situe, bien entendu, en direction des étudiants, mais pourquoi pas, plus largement, vis-à-vis de tous les enseignants, en collaboration avec d'autres organismes : MAFPEN, CNDP, INRP, IREM etc. Dans cette perspective, une organisation des IUFM en réseau apparaît indispensable, notamment pour définir une répartition des thèmes.

Bernard Cornu

Il est tout à fait nécessaire que les I.U.F.M. développent en leur sein une véritable vie scientifique ; c'est ce qui fonde leur caractère universitaire. Cette vie scientifique "au quotidien" doit donc être définie, favorisée, développée. Elle doit ensuite avoir un effet sur la formation.

La recherche est une composante essentielle de la vie scientifique. Pour qu'elle puisse se développer et avoir un effet sur la formation, il faut en respecter la diversité, dans ses thèmes et ses modalités. Cette diversité est une richesse, et la cohabitation d'activités de recherche diverses permet d'y associer le plus de personnes possible. Les recherches en pédagogie, en didactique, en sciences de

l'éducation, les recherches fondamentales et les recherches plus appliquées, doivent trouver leur place dans un réseau permettant à la fois le développement de chaque champ, une meilleure articulation entre les recherches, et ensuite l'influence de chacun de ces champs sur la formation elle-même.

Il existe déjà beaucoup de lieux de recherche. Parmi les personnels des IUFM, beaucoup y sont déjà intégrés. Mais les IUFM doivent contribuer à susciter et à développer des réseaux, à partir de l'existant, en s'appuyant plus particulièrement sur ce que les IUFM apportent de nouveau et de spécifique. Trois spécificités des I.U.F.M. me paraissent importantes à cet égard :

- Spécificité du transfert. Il faut réfléchir à ce qui peut permettre dans les IUFM d'utiliser les résultats de la recherche, dans un premier temps au profit de la formation des enseignants à travers les contenus et les méthodes de formation, et dans un deuxième temps au profit du système éducatif et des enseignants dans leurs classes. Les IUFM pourraient être un lieu de production d'outils issus de la recherche, un lieu de valorisation.

- Spécificité de l'articulation théorie-pratique. Ce devrait être un point fort des I.U.F.M., et curieusement on a l'impression de ne pas avancer assez vite. Des instituteurs maîtres-formateurs me disaient récemment : "On avait plus l'impression d'avoir une activité scientifique avant les IUFM que maintenant", ce qui est paradoxal. Il faut certainement résoudre quelques difficultés institutionnelles. Mais il faut surtout que l'arrivée d'un contexte universitaire ne bloque pas les initiatives et les dynamiques qui existaient auparavant. Cette question est essentielle à mes yeux.

- Spécificité du caractère fédérateur des IUFM. Les IUFM peuvent rassembler des compétences, rassembler des points de vue, des modalités potentielles de participation à la recherche. Les I.U.F.M. peuvent rassembler des gens habitués au style

universitaire de travail, des formateurs, des formateurs de terrain, des gens qui encadrent des mémoires, des gens qui accueillent des étudiants dans leur classe. La richesse de cette potentialité fédératrice des IUFM doit, me semble-t-il, être considérée comme une spécificité forte, et doit être prise en compte dans les dispositifs organisationnels.

Denis Butlen

Nous pensons qu'il est aujourd'hui indispensable de développer des recherches sur la place et l'impact d'un enseignement spécifique de didactique des mathématiques en formation initiale et continue des professeurs d'école. En effet l'analyse de l'évolution des contenus et formes d'enseignement en formation initiale montre que les concepts de didactique sont de plus en plus enseignés.

Ce travail peut porter :

- sur la nécessaire transposition de certaines notions mises au point par les chercheurs en vue d'une utilisation en formation. Comment des concepts peuvent-ils devenir pour un enseignant débutant des outils d'analyse des pratiques professionnelles, des manuels scolaires ?.. Quelles transformations doit-on leur faire subir pour les utiliser dans ce but
- sur la délimitation des concepts devant faire l'objet d'un tel enseignement
- sur les formes que peut prendre un tel enseignement
- sur la construction de situations spécifiques à l'introduction de ces outils de la didactique, et l'évaluation de leur emploi.

Ce travail est déjà commencé, il fait l'objet de recherches individuelles (thèses de didactique) ou collectives (documents pour la formation des maîtres de la COPIRELEM). Nous disposons d'une expérience considérable accumulée dans les anciennes écoles normales. Il faut donc non seulement ne pas la perdre mais aussi la soumettre à une analyse théorique, afin d'en faire un outil performant de formation. Il

faut poursuivre les études en cours, en particulier il devient indispensable d'essayer d'évaluer l'impact d'une formation intégrant cet enseignement sur les pratiques des futurs maîtres.

Je tiens à souligner que des recherches dans le cadre d'un IUFM doivent prendre des formes variées afin d'intégrer le maximum de formateurs et de capitaliser le plus d'expériences individuelles et collectives. Ces recherches peuvent être individuelles et diplômantes dans le cadre d'un DEA ou d'une thèse par exemple. Elles peuvent aussi s'intégrer dans un travail d'équipe dans le cadre de l'IUFM ou en coopération avec des équipes universitaires existantes ; je pense en particulier aux équipes existant actuellement dans les IREM qui depuis longtemps regroupent des enseignants de toutes catégories, ou à l'INRP.

Dans tous les cas, ces études doivent être reconnues par l'IUFM et doivent faire l'objet de l'attribution de moyens (décharges horaires notamment).

Claude Comiti

Je voudrais développer ce qu'a dit Bernard Cornu à propos de la vie scientifique dans les IUFM et de la richesse fédérative qui caractérise les IUFM, et en même temps donner des éléments de réponse à la question précise : "Quels séminaires organiser pour une recherche en IUFM ?"

Les IUFM réunissent et brassent des personnels qui arrivent de différents secteurs et ont des compétences diverses et complémentaires. Cette réalité est une richesse que seuls les IUFM possèdent et il faut insister sur ce point : ce sont les seuls établissements universitaires où l'on trouve en même temps des instituteurs-maîtres-formateurs, des personnels qui ont une longue expérience de la formation des instituteurs (les ex-PEN), des conseillers pédagogiques du second degré (des professeurs de terrain, de lycée et de

collège), et des enseignants-chercheurs (qui commencent à être en nombre significatif).

Il faut prendre en compte cette richesse, on peut proposer des lieux où ces personnels puissent se rencontrer autour de problèmes de recherche. Ce sont, par exemple, les journées d'études et les séminaires. Je vais donner trois exemples qui viennent de trois IUFM différents.

Dans un IUFM, le choix a été fait de mettre en place plusieurs séminaires de travail, qui réunissent un petit nombre de personnes ayant en commun soit l'élaboration d'un projet de recherche (séminaire de type méthodologique) soit un même centre d'intérêt (didactique d'une discipline : maths, français, géographie etc.) ; cette formule a pour intérêt de fournir un soutien théorique et méthodologique aux formateurs qui souhaitent passer d'une attitude d'interrogation ou d'innovation à un projet de recherche.

Un autre IUFM a mis en place un séminaire de prestige dans lequel interviennent essentiellement des universitaires qui présentent leurs travaux à un public allant des formateurs de l'IUFM aux professeurs de l'académie. Son rôle est davantage centré sur la diffusion de travaux existants.

Troisième formule : celle que nous avons adoptée à Grenoble. Son titre situe ses objectifs : séminaire recherche-réflexion-interaction (séminaire R2I). Pourquoi ce séminaire ? En tant que responsable de la recherche, il m'a semblé que la première des choses était de permettre la mise en évidence de la richesse dont je parlais tout à l'heure, et de créer les conditions pour que tous ceux qui avaient fait quelque chose dans le domaine de la recherche (à l'université, à l'INRP, dans un groupe de recherche-action...) puissent venir présenter leurs travaux devant des collègues. Ce séminaire qui se déroule pendant une journée six à huit fois dans l'année n'est pas disciplinaire, il est organisé par thèmes : le rôle du langage, situations-problèmes, évaluation ...

Il ne s'agit pas d'un séminaire de travail d'une équipe mais d'un séminaire de mise en commun de travaux effectués dans différentes disciplines autour d'un même thème : différentes personnes peuvent y assister, pour des motifs différents, qu'elles soient elles-mêmes chercheurs dans un domaine proche, ou apprentis-chercheurs, qu'elles s'intéressent à ce problème dans leur enseignement, dans la formation. Le séminaire a donc plusieurs objectifs : communication de travaux et interaction, mais aussi confrontation de points de vue (par exemple, il va y avoir en juin une journée "utilisation du concept d'obstacle" en didactique de différentes disciplines).

Le public évolue. Au bout de deux ans, il y a les fidèles, ceux que toutes les séances intéressent, et ceux que l'on ne voit que lorsque leur domaine est concerné. La diversité des recherches présentées (recherches INRP, recherches-action, travaux issus de DEA ou de thèses, travaux terminés ou en cours ...) conduit à des comparaisons de problématiques et de méthodologies qui intéressent le public tout autant que les résultats présentés. On peut constater que ce séminaire a donné l'envie à certains de s'insérer dans des équipes existantes, à d'autres de demander de l'aide afin de répondre aux appels d'offres de la direction des écoles, de la Direction des Recherches et Etudes Doctorales (DRED) Cela a fait bouillir de neige. Il y a aussi des formateurs qui guettent les titres du séminaire afin d'y conduire leurs groupes en formation (PE ou de PLC ou des groupes de formation continue).

Cette formule me paraît indispensable pour que dans un IUFM, les gens prennent conscience de la richesse de l'existant. Il y a une question qui semble dire "comment faire dans un IUFM où il n'y a rien, ni liens avec une université, ni formateurs ayant fait de la recherche...". Eh bien, je pense que ce n'est pas possible. Il n'y a pas un seul IUFM où il

n'y ait rien. Il faut chercher et on trouve, partout.

Dernière chose : un séminaire de ce type est important mais il ne suffit pas. Il nous faudra créer d'autres lieux de rencontre plus spécifiques, qui répondront à d'autres demandes. Je suis preneur de tout ce que vous pourrez suggérer.

Philippe Perrenoud

Je vais essayer de traiter la question sur la recherche en sciences de l'éducation et la recherche en didactique. Je marche sur des oeufs, parce que c'est un thème délicat. La formulation de la question fait elle-même problème, parce qu'elle suggère que la recherche en didactique des disciplines ne fait pas partie de la recherche en sciences de l'éducation, ce qui n'est pas défendable à mon sens. A Genève, les didactiques disciplinaires appartiennent très clairement aux sciences de l'éducation.

Il faut faire la part des contraintes institutionnelles. Dans beaucoup de pays, pour les professeurs du secondaire, la didactique appliquée s'est développée dans les facultés de sciences, de lettres, etc., donc dans le prolongement des disciplines constitutives des programmes scolaires. L'émergence d'une didactique théorique s'est parfois enracinée dans les mêmes institutions, parfois nourrie d'un autre terreau, IREM en France, sciences de l'éducation à Genève. Pour l'école primaire, c'est beaucoup moins clair : il y a toujours eu, dans les Ecoles normales, un mélange d'approche psychopédagogique et de didactique (didactique générale et didactiques des disciplines). La séparation est donc plus propre au secondaire qu'au primaire. Même si elle s'explique historiquement, elle ne tient pas debout d'un point de vue épistémologique : le fonctionnement didactique, l'action et les interactions didactiques font à l'évidence partie du champ des sciences de l'éducation. Est-ce une science de plus qui s'ajoute à la psychologie, la sociologie, l'anthropologie?

Ou est-ce un *carrefour interdisciplinaire* centré sur un objet spécifique, le triangle didactique? La question est ouverte, mais en tout cas, la didactique fait partie du champ des sciences de l'éducation. Certes, l'importance qu'elle accorde aux savoirs l'incite à collaborer avec des spécialistes de ces savoirs, situés souvent dans d'autres facultés. Mais les psychologues de l'éducation travaillent avec des linguistes ou des biologistes, les sociologues avec des démographes ou des historiens qui appartiennent aussi à d'autres disciplines et d'autres Facultés. Les sciences de l'éducation sont par définition un ensemble de carrefours interdisciplinaires plus ou moins clairement reliés entre eux, chacun étant centré sur un type d'objet complexe : l'apprentissage, la pratique, l'interaction, les représentations, la transposition, la gestion de classe, la relation, l'organisation, l'intervention, l'innovation, la politique. Entre ces carrefours, la question des articulations, des échanges, des coordinations est constamment posée. Chaque chercheur navigue entre le risque du repli disciplinaire et celui de la confusion interdisciplinaire, entre le risque de la centration sur un seul objet, fût-il complexe, et le risque de se perdre dans le "phénomène éducatif total", toutes dimensions et tous niveaux confondus. Les connexions entre la didactique et les autres carrefours interdisciplinaires ne sont pas d'une autre nature que les connexions entre des carrefours plus classiques: processus d'apprentissage, relation pédagogique, évaluation, etc.

Didactique des disciplines, qu'est-ce que cela veut dire ? Pour une part, c'est une nouvelle dénomination des anciennes méthodologies d'enseignement, une forme de savoir enseigner. Les auteurs de manuels et de moyens d'enseignement ne se sont pas toujours et partout nommés didacticiens, au sens de Chevallard. Ils étaient les artisans d'une didactique pour le terrain qui ne prétendait pas être une science. Sur cette toile de fond assez ancienne, on a assisté, depuis moins de quinze ans, à l'émergence

d'un nouveau champ, certains disent d'une nouvelle discipline, dont l'unité porte sur les fonctionnements didactiques et donc le traitement du savoir dans le rapport pédagogique.

L'apport le plus visible des didactiques disciplinaires aux sciences de l'éducation concerne vraisemblablement ce qui transversal, par exemple les notions de transposition, de contrat, de système, de mémoire didactiques. Les didactiques des disciplines ont un dénominateur commun fort, et rejoignent, à beaucoup d'égards, d'autres approches, de sociologie des pratiques pédagogiques, de psychologie sociale des interactions cognitives. Dans vingt ans, on sourira des barrières qu'on a mises entre des champs proches, des énergies qu'on a déployées pour dramatiser les différences. Sans doute est-ce encore nécessaire: pour exister, il faut dans l'Université prétendre faire quelque chose d'entièrement neuf, s'affirmer comme une discipline à part entière. C'est de bonne guerre, mais cela empêche aussi d'y voir clair.

A propos des mises en relation entre didactiques des disciplines et autres composantes des sciences de l'éducation: elles s'imposent, évidemment. Ainsi, on ne peut pas aller très loin en didactique des mathématiques sans s'intéresser au rapport au savoir. Bernard Charlot, Elisabeth Bautier et Yves Rochex viennent de publier *École et savoir dans les banlieues et ailleurs* (Paris, Armand Colin, 1992). Une partie des questionnements portent sur les mathématiques. On ne peut rien comprendre du rapport aux mathématiques comme théorie formelle, comme pratique, sans comprendre le rapport au savoir discursif en général et au savoir formalisé et au savoir scolaire. La didactique ne peut pas poser la question du sens des savoirs de manière autonome sans s'intéresser à la sociologie de la construction et de la négociation du sens de la scolarisation, du rapport pédagogique, du travail scolaire. Autre exemple: les travaux sur le développement opératoire ou la métacognition sont des points d'appui

fondamentaux en didactique des mathématiques, puisque, d'une certaine manière, il s'agit de penser la pensée, de formaliser des opérations par d'autres qui prennent les premières pour objet. On peut renvoyer aux travaux de Piaget sur l'abstraction réfléchissante, aux recherches sur la métacognition, comme capacité de penser notre pensée. Ces courants de recherche sont des apports indispensables pour les didacticiens des mathématiques, mais ce n'est pas de la didactique des mathématiques. De même des enquêtes sur le développement opératoire des enfants ou des adultes, sur l'acquisition différentielle des opérations formelles. On ne voit pas comment on pourrait aller très loin en didactique des mathématiques sans connaître la psychologie génétique, la psychologie différentielle, la psychologie sociale, la sociologie des représentations et de la connaissance, l'anthropologie des pratiques intellectuelles dans la vie quotidienne.

Autre exemple : les rapports entre langage et raisonnement font l'objet de toute une série de travaux socio et psycholinguistiques. Contrairement à ce que disait Boileau, on pense en parlant ; c'est au gré de l'argumentation et de l'interaction verbale qu'une partie des concepts se forment et que des idées se clarifient. Ces travaux ne relèvent pas de la didactique, mais nourrissent la didactique, qui les stimule en retour. Je pourrais ainsi fournir des dizaines d'autres exemples de relations nécessaires entre les didactiques des disciplines et d'autres approches des processus éducatifs, relevant des diverses sciences humaines.

Roland Charnay

Les recherches auxquelles un formateur en mathématiques peut se référer peuvent être réparties en deux catégories bien mises en évidence dans le rapport Mesliand-Bloch adressé en mars 1993 à la Commission consultative des IUFM.

On trouve, d'une part, les recherches dites fondamentales, destinées à produire des connaissances nouvelles, en particulier la didactique dont l'enjeu est d'abord d'analyser, de comprendre, d'expliquer les phénomènes d'enseignement. Il est difficile, ici, d'envisager une transposition directe des résultats de ces recherches, de leurs méthodes, des concepts qu'elles utilisent..., mais la formation peut et doit y puiser les outils théoriques et pratiques qui permettront à l'enseignant d'élargir "l'éventail des choix possibles et d'éclairer les raisons et les effets de ses choix" (Gilbert Arsac³). La difficulté réside ici, à mon sens, en ce que la didactique n'a pas à devenir une discipline enseignée en formation, mais que ses résultats doivent être constamment sollicités (idée d'une didactique-outil), ce qui devrait être l'occasion (comme le disent Annie et Robert Noirfalise) "de lier des fragments de théorisation à des éléments de pratique", ... avec le risque de dérive vers un "discours jargonnant" dont le sens serait évacué.

D'autres recherches sont baptisées recherches-développement, ou encore recherches-action ou recherches en ingénierie pédagogique : on y trouve une partie des recherches conduites par les équipes de l'INRP. Les conditions dans lesquelles des enseignants en formation initiale ou continuée peuvent s'en approprier les produits restent encore à étudier, tant il est vrai qu'on ne peut évacuer du produit élaboré l'histoire même de sa production... sans courir le risque de le réduire à un ensemble disparate de "recettes" souvent rapidement reconnues comme inapplicables et donc abandonnées. Seul un nouveau processus (d'innovation ?) paraît à même de favoriser cette appropriation.

On notera que dans l'enquête faite auprès des formateurs IUFM par l'INRP avant ce colloque, la participation (pour eux) à des recherches-développement est le plus

³ Op. cit.

souvent souhaitée, plutôt dans le cadre d'équipes pluri-catégorielles... et à condition d'être prise en charge dans leur service. Ajoutons enfin, que ce type de recherches ne bénéficie pas, en France, de la même considération et de la même reconnaissance que les recherches dites fondamentales !

3- Les étudiants et leur participation à la recherche

** Comment concevoir une "mise en contact" des étudiants avec la recherche qui ne se limite pas à une succession de conférences, mais s'intègre à un système structuré de formation (le cas est patent pour la didactique) ?*

** Comment préparer les étudiants à la gestion du conflit théorie / réalité, pendant leur formation initiale ?*

** Comment prolonger l'initiation à la recherche au-delà de la formation initiale ?*

** Les contraintes d'un concours pendant le cursus de formation sont-elles compatibles avec l'intégration de la recherche dans la formation des étudiants ? La position du concours de professeur des écoles en fin de première année permet-elle une disponibilité suffisante pour mener une réflexion sur le système éducatif ?*

** Pour les professeurs de lycée et collège, la gestion de la durée de la formation impose de fortes contraintes*

- en amont et en aval en raison de la gestion immédiate de la classe, pour le stage en situation, ou la préparation du concours etc.

- compression du temps de formation sur deux trimestres.

Comment récupérer le bénéfice d'une intégration de la recherche (improbable pendant les deux trimestres) au-delà : suivi de formation, formation continue intégrée....?

Roland Charnay

Concernant les étudiants d'IUFM, les formateurs qui ont répondu à l'enquête de

l'INRP émettent des avis partagés et nuancés. Si environ la moitié des formateurs la pensent souhaitable, beaucoup ont du mal à en définir la forme, la plus citée restant la participation des étudiants aux travaux du formateur ou d'une équipe. Certains mémoires de deuxième année pourraient se situer dans cette perspective, à condition de conserver leur caractère professionnel.

Claude Comiti

Il existe beaucoup de travaux en didactique des mathématiques à l'école primaire. On peut tout à fait les intégrer à la formation en mathématiques, dès la première année, mettre les étudiants en contact avec eux. Il est intéressant de leur faire étudier certains travaux de recherches (par exemple sur décimaux, proportionnalité...) dont les résultats vont souvent à l'encontre des a priori qu'ils peuvent avoir sur la question, afin de les amener à réfléchir, à vouloir se donner les moyens de conduire des analyses plus objectives de ce qui se passe dans leur classe ...

Le deuxième lieu de la formation où l'étudiant peut avoir un contact avec la recherche, c'est le mémoire professionnel. Amener les étudiants, pour leur mémoire professionnel, à transformer un vague problème en un véritable questionnement, c'est important. Savoir que d'autres ont déjà travaillé dans le domaine, aller chercher des éléments de réflexion en piochant dans une bibliographie, c'est formateur. L'étudiant va peut-être adapter à sa situation professionnelle des travaux déjà réalisés par d'autres : par exemple, s'il travaille sur la proportionnalité en sixième, la moindre des choses est qu'il ait accès aux travaux sur la proportionnalité. Il lui faudra les citer, peut-être qu'il en montrera l'intérêt dans son travail ou qu'au contraire il les interrogera, de toute façon, il ne pourra les ignorer.

Quelqu'un demande comment amener les étudiants à gérer le conflit théorie/réalité.

Dans ce que j'ai entendu ce matin, il me semble qu'il manque quelque chose : c'est une conception des liens entre recherche et formation, entre recherche et pratique qui aille dans les deux sens. La recherche éclaire les pratiques, c'est vrai, elle en permet des modélisations etc. mais il ne faut pas oublier l'autre sens : la pratique pose des questions, et il est fondamental que la recherche se saisisse de ces questions. Il ne faut pas oublier l'aspect dialectique des relations entre recherche et pratique, de même qu'entre praticiens et chercheurs. C'est très important. C'est là que la mise en contact des étudiants avec la recherche trouve son sens. Le mémoire professionnel devrait être non pas un lieu d'essai de mise en application de ce que les étudiants de deuxième année ont appris, mais bien un lieu où ils apprennent à interroger la réalité et où ils découvrent la nécessité de disposer d'outils théoriques pour ce faire, bref, un lieu privilégié pour l'articulation théorie/pratique. Voir que la réalité ne "colle" pas avec ce que l'on a appris, c'est une chose ; savoir analyser les différentes raisons de ce décalage, c'est avoir fait un pas de plus.

Denis Butlen

La place du concours à la fin de la première année ne remet pas en cause fondamentalement la prise en compte de la recherche dans la formation des enseignants. Mais cela pose d'autres problèmes. L'analyse faite "à chaud" dans un atelier de ce colloque signale un certain nombre de difficultés. Je précise que cette constatation n'est qu'indicative, elle n'a pas fait l'objet d'une évaluation sérieuse de la formation dispensée.

Il est très difficile de partager entre première et deuxième années les contenus de formation qu'ils soient didactiques, professionnels ou mathématiques. Les participants au groupe de travail concerné par cette question semblent unanimes pour constater une réelle capacité des étudiants de seconde année, quand ils ont affaire à des

documents (écrits ou audiovisuels), pour analyser, classer des erreurs ou des procédures, mener une analyse de la tâche des élèves, distinguer ce qui relève de l'élève de ce qui relève de l'enseignant. Par contre, cela ne se retrouve pas automatiquement dans leurs pratiques professionnelles, lors du stage en responsabilité. On semble même constater une plus grande difficulté à gérer une classe. Les interprétations proposées par les enseignants-formateurs sont diverses et sont à l'état de questions :

- Est-ce le résultat de la disparition ou de la diminution des stages en tutelle précédant le stage en responsabilité, lieu où le stagiaire peut observer et s'approprier quelques pratiques concernant la gestion globale de la classe ? Le temps joue sans doute un rôle important. Il faut sûrement un "temps d'imprégnation", il est réduit dans la deuxième année de la nouvelle formation.

- Est-ce le résultat d'une prise de conscience trop précoce des difficultés de l'enseignement qui engendrerait, dans un premier temps, une plus grande prudence, une plus grande modestie voire une certaine timidité ?

- Est-ce le résultat d'une formation plus courte, qui doit mener en parallèle une réorganisation des connaissances mathématiques et une sensibilisation aux problèmes d'enseignement ?

Dans tous les cas, cela nous interroge sur les dispositifs possibles à mettre en place afin de favoriser un réinvestissement dans les pratiques d'un enseignement de didactique qui serait basé entre autres sur des activités d'observation et qui se déroulerait en deux temps : observation en première année, prise en charge limitée d'une classe en seconde année.

Ces questions sont très difficiles et devraient faire l'objet d'une recherche.

Claudine Robert

L'attitude à avoir vis à vis de la bibliographie en recherche n'est pas simple, vu le très grand nombre d'articles qui paraissent dans les très nombreuses revues. A titre de boutade, une anecdote : on avait demandé à Piaget comment il s'y prenait pour commencer une recherche. Voici sa réponse : "C'est très simple : numéro 1, je ne lis jamais rien sur le sujet qui m'intéresse ; numéro 2, je lis tout ce qui paraît sur les sujets avoisinants ou qui me semblent avoir un point commun ; numéro 3, je prends une tête de turc."

A propos de la différence d'honorabilité apparente entre recherches théoriques et recherches pratiques, cela se passe un peu partout, et ce n'est pas uniquement le fait d'institutions abstraites, mais plutôt le fait d'écoles de chercheurs théoriciens qui se sentent investis d'une mission de contrôle ; ainsi, on peut s'interroger sur la mission de contrôle de la recherche en didactique théorique sur la recherche pratique.

Enfin, je tiens à soulever une question. Les champs de recherche qui peuvent se développer dans les IUFM sont centrés sur l'enseignement ; quel est l'investissement à faire pour d'actuels professeurs d'IUFM s'ils veulent vraiment faire de la recherche : doit-il être presque exclusivement celui d'apprendre des théories didactiques ou théories de l'apprentissage, ou considère-t-on qu'il doive aussi investir dans une discipline particulière ? Par exemple, si les statistiques interviennent, doit-on investir en ce domaine ? Si on veut faire des recherches à caractère interdisciplinaire, math-géographie par exemple, doit-on devenir soi-même préalablement interdisciplinaire ou estime-t-on que l'interdisciplinarité au niveau global d'une équipe suffit ?

4- Aspects institutionnels

** Les universitaires ont une certaine conception de la participation des*

formateurs en IUFM à la recherche : il faut s'associer à des recherches en didactique.

La commission "Bancel" propose une diversité d'accès pour les formateurs, qui me satisfait. Mais la pression des universitaires est forte. Veut-on aller vers un modèle unique, le leur ?

** L'IUFM en tant qu'institution doit-il créer une structure spécifique de recherche ? Si oui, quel type de recherches préconiser : didactique des mathématiques, mathématiques, recherches pluridisciplinaires ?*

** La participation des formateurs à la recherche devra-t-elle se faire dans un cadre institutionnel, avec publications de rapports, de livres ? Si non, quelle pourrait être sa "reconnaissance" ?*

** Pourquoi un enseignant (un formateur) ne pourrait-il pas faire de la recherche pour son "autoformation" et pour le groupe dans lequel il travaille (car je ne conçois pas le métier d'enseignant et de formateur hors du cadre de mon lieu de travail !) ?*

Bernard Cornu

Beaucoup de ces questions abordent des points concrets sur les modalités de mise en oeuvre de la recherche. C'est à chaque I.U.F.M. de se poser ce type de questions et de les traiter. Pour mettre en oeuvre les conditions et les moyens nécessaires, chaque I.U.F.M. doit élaborer sa politique de recherche. Les directeurs des IUFM en ont souvent parlé : c'est un point majeur actuellement. Dès lors qu'on a une politique, les moyens peuvent être mis en place, et c'est ce qu'ont fait beaucoup d'I.U.F.M. Bien sûr, les moyens pour la recherche sont souvent exprimés en pourcentage des moyens de l'I.U.F.M., et non en montant absolu. Cela permet d'avoir une politique de recherche, que l'on soit riche ou pauvre.

Cette politique ne peut se faire que dans le cadre d'une politique nationale ... ce qui complique le dossier. La politique nationale des IUFM en matière de recherche n'est

certainement pas encore suffisamment définie ni stabilisée. Cette question ne relève d'ailleurs pas seulement des I.U.F.M.

Actuellement entre la conférence des présidents des universités et la conférence des directeurs des IUFM, il y a des débats très vifs sur cette question. Il y a des difficultés sur l'articulation entre les recherches à l'IUFM et les recherches universitaires, sur les modalités de participation des I.U.F.M. à la recherche, sur le type de recherches concernées. C'est un débat qui n'est pas clos, je vous invite à y contribuer !

Je crois qu'il faut également prendre en compte la liberté du chercheur, sa liberté intellectuelle. Une politique de recherche doit évidemment être élaborée en fonction des besoins de l'institution, mais elle doit aussi permettre la liberté de pensée du chercheur.

Philippe Perrenoud

Ce qui brouille les cartes, c'est que le débat sur le rôle de la recherche dans les IUFM est toujours interprétable dans au moins deux registres, par rapport à deux logiques d'action. La plus légitime, mais peut-être la

moins présente, est la logique de la *meilleure formation possible* des formateurs, des étudiants, des élèves : la recherche est alors jugée selon sa valeur d'usage, et alors l'autoformation, la fréquentation de la recherche suffisent pour lui donner du sens, sans publications, ni validation publique dans un cercle académique.

L'autre registre, plus symbolique, est celui de la distinction, des stratégies de territoire : dans un certain monde, faire de la recherche, c'est comme faire de l'équitation dans les milieux aisés. Cela fait partie du statut, des pratiques auxquelles il faut s'adonner pour avoir l'air d'appartenir à l'élite, pour se distinguer du commun en ne se distinguant pas de ses égaux. Malheureusement, ces effets de manche mobilisent beaucoup d'énergie et empêchent de se situer d'abord dans la logique de l'usage effectif de la recherche en formation. Le plus intéressant, quand on aura dépassé le stade du paraître, sera de s'intéresser aux contenus de la recherche, à ce qu'elle ajoute aux compétences des formateurs et des étudiants à tous les niveaux du système éducatif et pas seulement à leur prestige...

Quelques textes sur la recherche dans les IUFM

(Dossier préparé par Jeanne Bolon, à partir de documents syndicaux)

Sommaire

A la commission Bancel

Au plan local, des conventions :

le cas de l'IUFM de Grenoble

Une politique se dessine

L'INRP change de statuts

On évalue déjà !

Les ultimes recommandations

À LA COMMISSION «BANCEL»

Vous trouverez ci-après le texte sur la place de la recherche dans les IUFM. Il a été rédigé par un sous-groupe de la commission animée par Daniel Bancel et a été adopté par la commission en janvier 1990, peu après la publication du rapport Bancel sur les IUFM. Ce document n'a jamais été publié officiellement par le ministère.

1 - IUFM et Recherche

Pour faire évoluer le système éducatif, l'amélioration de la formation des enseignants et le développement de la recherche sur l'enseignement sont deux points essentiels. La mise en place des IUFM nécessite que la recherche en éducation soit dynamique, et que des interactions nombreuses existent.

- L'activité de recherche a sa spécificité (toute réflexion n'est pas recherche). Une activité de recherche se fait selon certaines méthodologies qui garantissent la scientificité du travail ; l'évaluation de la recherche répond à certains «canons», notamment au sein de la communauté des chercheurs. Certes la recherche produit des séminaires, des publications, des thèses ; mais ce sont les méthodes, les problématiques, le contrôle et la validation, qui caractérisent la recherche.

- En particulier, la «valorisation» de la recherche devrait être une préoccupation importante des IUFM.

- La recherche sur l'enseignement comporte plusieurs approches : approches disciplinaires (didactique), approche des sciences de l'éducation, approche psycho-cognitive, approche des sciences humaines d'une manière générale, et peut-être de divers types, avec des visées à plus ou moins long terme : recherche fondamentale, recherche appliquée, recherche-action,... Ce n'est pas l'objet de ce document de définir les différents types de recherche,

ni de choisir une typologie. Cependant, la diversité des recherches doit être prise en compte dans la formation des enseignants.

- La recherche sur l'enseignement possède une spécificité essentielle : elle doit être en lien étroit avec le terrain, et elle est «expérimentale». Elle a pour objet de répondre aux besoins du terrain, et elle interroge le terrain. De cette spécificité résulte le lien qui doit exister entre recherche et formation. *L'IUFM est l'un des lieux de rencontre entre recherche, formation et terrain.* Pour cette raison, les IUFM seront des lieux privilégiés de la régulation du système éducatif, régulation qui ne peut être assurée qu'avec la contribution de la recherche.

- L'IUFM pourra être le lieu central d'équipes de recherche. Il devra surtout être en liaison avec des équipes de recherche (universités, INRP, CNRS,...).

- La recherche nécessite des compétences et des degrés d'investissement divers. Il y a plusieurs façons d'être associé à un travail de recherche : recherche au sens strict, aide technique, aide à l'expérimentation, documentation, etc. La recherche n'est pas d'abord le fait d'individus, mais le fait d'équipes. Toute équipe de recherche doit comporter un ou plusieurs chercheurs professionnels.

- L'IUFM, dans le cadre d'un réseau, pourra impulser des travaux de recherche utiles pour développer la formation des enseignants : multiplier les expérimentations, comparer les systèmes de différents pays, expertiser différents systèmes de formation, développer les publications, faciliter l'accès aux ressources, et enfin développer la recherche sur la formation des enseignants.

- Une coordination nationale de la recherche en éducation, rassemblant les différents lieux de

recherche (universités, CNRS, INRP, etc.), serait utile, de façon à faire des bilans, capitaliser et diffuser les résultats, impulser des recherches, partager des travaux et des expérimentations, rassembler et diffuser de la documentation. *Les différents lieux de recherche doivent se rencontrer au sein d'un réseau.*

2 - Formateurs et Recherche

Il est indispensable que les formateurs de l'IUFM aient un lien avec la recherche sur l'enseignement, et qu'ils en connaissent les méthodes, les avancées, et les principaux résultats. Mais ce lien peut revêtir plusieurs formes :

- Le formateur peut participer à une recherche, être membre d'une équipe de recherche (à l'université, au CNRS, à l'INRP,...). Il contribue à la mise en relation de chercheurs d'origines diverses et de praticiens.
- Le formateur peut participer à la valorisation de la recherche (élaboration d'outils ou de produits pédagogiques à partir des résultats de la recherche).
- Le formateur doit participer au suivi et à la diffusion des recherches. Il doit faire évoluer les contenus de la formation professionnelle des futurs enseignants en tenant compte des résultats de la recherche.
- Le formateur peut animer un «groupe de recherche-action», groupe associant des enseignants et chercheurs de divers ordres d'enseignement.
- Le formateur peut faire remonter aux chercheurs, en liaison avec les enseignants, les urgences du terrain.
- Le formateur est l'artisan de la «formation par la recherche», qui consiste à associer pour un temps le formé à une équipe de recherche, à des fins de formation. Cette formation peut s'adresser à l'étudiant de l'IUFM, ou à un enseignant en formation continue.

La participation des formateurs à la recherche suscite l'autoformation, l'aptitude au questionnement, qui doit être encouragée chez les enseignants en formation, et la régulation par le formateur de ses propres méthodes de formation : il est très important qu'il forme et entretienne chez lui-même les aptitudes qu'il doit développer chez les formés.

3 - Etudiants de l'IUFM et Recherche

Il ne s'agit pas de considérer les étudiants de l'IUFM comme étant tous de futurs chercheurs. La formation à la recherche n'est pas un objectif premier de l'IUFM. Cependant, une sensibilisation à la recherche est nécessaire pour plusieurs raisons :

- L'IUFM est un des lieux d'où proviendront une partie des chercheurs.
- La recherche nourrit, irrigue, les contenus et les méthodes de la formation, même s'il n'y a pas implication directe des étudiants dans la recherche.
- Le futur métier d'enseignant nécessite des compétences liées à la recherche :
 - L'enseignant doit être capable de faire évoluer son savoir tout au long de sa carrière.
 - Il devra connaître les évolutions de la recherche, il aura à «lire» la recherche, à s'en approprier certains résultats. Il a donc besoin de connaître quelques uns des concepts fondamentaux et des outils de la recherche, d'acquiescer une «démarche de recherche», ce qui sera validé dans la rédaction d'un mémoire.
 - Il devra savoir interroger la recherche, lui soumettre des questions, des idées, proposer des pré-expérimentations, des «pré-recherches», contribuer à définir les priorités et les urgences en matière de recherche.
 - Il aura éventuellement à être associé à une équipe de recherche, à une équipe de «recherche-action» ou d'expérimentation.
 - Il aura éventuellement à participer à la «valorisation» de la recherche (en écrivant des manuels, en produisant des outils pédagogiques, des logiciels,...).

La formation continue pourra être le lieu de son interaction future avec la recherche, mais ce n'est possible que dans la mesure où un contact avec la recherche a eu lieu lors de la formation initiale.

La «démarche de recherche» du futur enseignant favorise l'autoformation, le travail personnel, la réflexion sur ses propres opérations mentales.

Il ne s'agit pas de confondre initiation à la recherche et pratique de la recherche. Mais *il faut mettre en oeuvre ce continuum qui permettra aux enseignants en fonction des résultats de la recherche, d'adopter un esprit de questionnement, une attitude de recul et d'observation, une aptitude à changer leurs pratiques.*

(texte préparé par Jeanne Bolon, Bernard Cornu, Francine Dugast, Jean Radigue)

AU PLAN LOCAL, DES CONVENTIONS : LE CAS DE L'IUFM DE GRENOBLE

Extraits de la convention signée en novembre 1991 entre

*- l'IUFM de l'académie de Grenoble et
- l'université Joseph Fourier Grenoble I, l'université
P. Mendès France Grenoble II, l'université Stendhal*

*Grenoble III, l'Institut National Polytechnique de
Grenoble et l'université de Savoie.*

(...) **Titre II : La recherche**

Art. 9 : La création des IUFM répond au besoin de former un plus grand nombre d'enseignants et

d'améliorer leur formation. Il s'agit aujourd'hui d'organiser une véritable formation professionnelle donnant aux futurs enseignants, outre les indispensables connaissances disciplinaires qui tiennent compte des progrès de la recherche dans les disciplines de référence, des savoirs, des méthodes et des outils qui leur permettent de maîtriser les processus de transmission et d'appropriation des connaissances. Le développement de recherches fondamentales et appliquées sur l'enseignement et la formation est une condition nécessaire pour garantir la qualité d'une telle démarche.

L'IUFM de Grenoble participe à la recherche en éducation en association avec les 5 EPCSCP de l'académie, dans le cadre d'un groupement scientifique spécialisé. Il contribue à :

- la production de savoirs répondant à des besoins nouveaux sur l'enseignement, l'éducation et la formation,
- la production d'outils d'analyse et de transformation des pratiques d'enseignement et de formation,

- la valorisation de travaux de recherche par l'élaboration et la diffusion de produits à destination des enseignants et des formateurs.

Les laboratoires de recherche sur l'enseignement, placés au sein des universités de rattachement, associent les personnels et les équipes concernés de l'IUFM.

Les enseignants-chercheurs en poste à l'IUFM peuvent effectuer leurs activités de recherche, tant dans leur discipline que dans la didactique de cette discipline, dans les laboratoires des établissements de rattachement.

Pour les autres personnels qui souhaiteraient s'inscrire en DEA ou en thèse à l'université XXX*, le critère d'appartenance à l'IUFM sera pris en considération.

* XXX : le nom de l'université avec laquelle est signée la convention.

UNE POLITIQUE SE DESSINE : "LA RECHERCHE EN ÉDUCATION ET LES MISSIONS DE RECHERCHE DES IUFM"

Sous ce titre, le ministère a transmis une note aux recteurs, en date du 23 mars 1992, aux présidents d'université et directeurs d'IUFM, note signée par Daniel Bloch, directeur des enseignements supérieurs (DESUP) et Vincent Courtillot, directeur de la recherche et des études doctorales (DRED).

La recherche en éducation a pris du retard, en France, et, de plus, souffre d'une mauvaise image. Cela tient tout autant au développement jamais véritablement contrôlé des instances ou équipes qui s'y intéressent, qu'à l'absence de politique claire en ce domaine. Il en résulte un déficit important par rapport aux pays qui connaissent une croissance similaire de leur système éducatif et des besoins comparables (USA, Allemagne, Japon). Cet état de fait pourrait nous conduire à manquer, faute de moyens adéquats, l'objectif prévu par la loi d'orientation de conduire la totalité de chaque classe d'âge passant par le système éducatif à un diplôme et une partie importante de chacune d'entre elles à une formation de niveau IV.

1 - Recherche en éducation et innovation pédagogique contrôlée.

Pour clarifier la situation de la recherche en éducation, il importe de distinguer nettement entre recherche en éducation, sciences de l'éducation et innovation pédagogique contrôlée.

La recherche en éducation déborde très largement les activités menées par les UFR de sciences de l'éducation puisque beaucoup de laboratoires actifs

dans ce champ n'appartiennent pas à la 70^{ème} section. Le CNRS n'a pas de section de l'éducation (ni, non plus, de didactique) mais, cependant, il finance ou a financé des recherches dans ce domaine (appels d'offre conjoints MRT-MEN) et certains de ses laboratoires propres ou associés développent d'importants programmes de recherche en éducation (économie, histoire, sociologie, psychologie cognitive ou développementale, etc.). Il en est de même pour la DRED et pour les équipes dont elle a la responsabilité. Dans la mesure où les laboratoires de sciences de l'éducation définissent leurs activités par rapport à des disciplines de référence, il participent à la recherche en éducation selon les mêmes modalités que les laboratoires d'autres sections. L'INRP, pour sa part, possède certains services qui travaillent selon le même logique (URA CNRS par exemple) et pourraient dans l'avenir bénéficier de mesures d'encadrement de la DRED («jeunes équipes» par exemple). Les recherches en didactique sont elles-mêmes éclatées entre certaines disciplines transversales (psychologie) et les disciplines cibles (mathématiques, littérature, géographie, etc.).

L'innovation pédagogique s'est beaucoup développée dans les années 1970 lorsque les savoirs enseignés ont été redéfinis (mathématiques, technologie, grammaire) et lorsque des organismes comme l'INRP, les IREM, certains laboratoires universitaires (en particulier ceux de sciences de l'éducation, de sciences du langage, etc.) ont pris pied dans des établissements scolaires pour modifier les méthodes d'enseignement, transformer les

modalités d'organisation pédagogique de la classe ou des établissements, jouer sur les relations entre l'école et son milieu. Les formes d'intervention alors mises en œuvre relevaient de la «recherche-action», de l'«ingénierie pédagogique ou didactique», etc. Il est clair que la plupart de ces activités n'obéissent pas aux critères habituels de la recherche. Il n'y a aucune raison pour qu'il en soit ainsi. Cependant, elles sont nécessaires à la dynamique du système éducatif et accompagnent son histoire même si elles n'ont tenté que récemment (vers les années 1920 toutefois) de se définir comme des activités d'ordre scientifique. Plus particulièrement, elles enrichissent en permanence la réflexion des directions pédagogiques (programmes), la formation (contenus des enseignements), l'ingénierie éducative et ses débouchés (édition scolaire).

Cette innovation pédagogique, si elle n'est pas contrôlée, présente un double risque. Elle se capitalise mal et semble devoir sans cesse être remise sur le métier (d'où l'impression de modes pédagogiques successives). Elle n'est jamais véritablement évaluée (son évaluation est d'ailleurs extrêmement difficile du fait de la complexité des paramètres en jeu) et se contente souvent de la satisfaction subjective des acteurs concernés.

Elle doit donc être contrôlée par des instances qui en gardent la mémoire (ce pourrait être le rôle, entre autres instances, des IUFM). Ce contrôle doit être mené d'un double point de vue : quant à la qualité des modèles utilisés, des évaluations mises en place, des observations faites et de leurs interprétations (expertise scientifique), quant aux effets attendus sur l'évolution du système éducatif (expertise relevant de la conduite des politiques d'éducation). Les enseignants-chercheurs des IUFM, proches des terrains où ces innovations sont conduites devraient jouer là un rôle essentiel. Il serait nécessaire, par ailleurs, que les directions pédagogiques concernées du ministère de l'éducation nationale mettent en œuvre un dispositif d'incitation susceptible de mettre en cohérence ces innovations avec les politiques éducatives qu'elles promeuvent.

2 - Les tâches spécifiques des IUFM

Établissements d'enseignement supérieur employant des enseignants-chercheurs, les IUFM doivent investir tout autant dans le domaine de la recherche que dans celui de la formation. À cet égard, il n'y a pas de raison de limiter l'engagement des personnels devant, statutairement, avoir une activité de recherche à la recherche en éducation. Tout enseignant-chercheur nommé dans un IUFM peut continuer à travailler dans le domaine qui lui est propre et dans le cadre de sa discipline au sein du laboratoire universitaire auquel il appartient ou auquel il se joint.

Par ailleurs, la recherche en éducation est nécessaire aux IUFM, au même titre que le maintien des tâches d'encadrement et de contrôle de l'innovation. Aucun enseignant-chercheur n'acceptera de faire une carrière (ou une fraction de carrière) dans des établissements de ce type en l'absence d'un affichage clair de la volonté politique de développer la recherche en éducation et de confier une part importante de ce développement aux enseignants des IUFM. Les IUFM ne seront jamais des établissements d'enseignement supérieur si la formation qu'ils délivrent n'est pas nourrie par une activité importante de recherche.

Toutefois, il est tout aussi important d'éviter une dispersion des moyens sur l'ensemble des établissements. Cette dispersion interdirait aux laboratoires concernés par la recherche en éducation d'atteindre la taille et le degré de performance qui hisserait la France à un bon niveau international dans ce domaine. D'autre part, les IUFM ne peuvent acquérir le monopole de la recherche en éducation (y compris en s'associant à l'INRP). Le maintien de la concurrence avec les laboratoires universitaires, les laboratoires CNRS et assimilés, est nécessaire et sain.

En conséquence, si ce sont les IUFM qui peuvent devenir des instances d'encadrement et de contrôle de l'innovation, ce sont les enseignants-chercheurs (ou les personnels en formation doctorale) de l'IUFM qui sont concernés par la recherche proprement dite. Celle-ci se déroule dans des laboratoires accrédités par les instances habituelles (DRED, CNRS, etc.) selon une carte nationale qui favorise les regroupements de chercheurs sur des domaines précis et dans des pôles compétitifs.

Dans cette perspective, deux problèmes doivent être résolus. Comment doivent être pilotées les recherches dans les laboratoires accrédités pour que la recherche en éducation y trouve sa place véritable ? Comment peut-on être sûr que les enseignants-chercheurs des IUFM (et les personnels en cours de qualification) aient toute leur place dans des laboratoires qui ne relèvent pas de la juridiction des IUFM ?

Le pilotage des recherches en éducation doit conduire, à moyen terme, à l'existence d'un nombre limité de pôles de taille internationale (communication en Conseil des ministres sur la recherche universitaire, mars 1991). Par ailleurs, les enseignants-chercheurs des IUFM doivent trouver à proximité de leur établissement des structures de recherche adaptées à leurs besoins et à leurs objectifs. Une instance clairement définie de pilotage (la DRED) paraît être le seul moyen de satisfaire à la première exigence. Pour que la deuxième ne soit pas sacrifiée, il est certainement nécessaire que d'autres instances (en particulier les directions pédagogiques du ministère, DEP) puissent interagir avec la DRED pour que cette recherche ne se situe pas en dehors des

préoccupations des politiques éducatives. Il est normal que des «études» soient commandées à des équipes de recherche. Ce sont les acquis de la recherche fondamentale qui leur permettent de répondre correctement à ces demandes. Il serait dangereux, par contre, de spécialiser certaines institutions ou certains services en bureaux d'études.

Pour satisfaire à la deuxième exigence sans sacrifier la première, il est nécessaire qu'une certaine spécialisation s'installe dans les IUFM. Autant le contrôle des innovations peut permettre à l'IUFM de travailler sur un large éventail de disciplines et de sujets, autant la recherche proprement dite requiert une concentration des efforts. Un état des lieux devrait être rapidement dressé qui permette de voir dans quelle mesure il y a ou non synergie entre les forces en présence dans les universités de rattachement et les orientations souhaitées par les IUFM (compte tenu des spécialités de leurs enseignants-chercheurs).

Il importe aussi de s'assurer que les enseignants-chercheurs des IUFM ne seront pas tenus en dehors des laboratoires de recherche universitaires. Déjà certaines difficultés se sont présentées en plusieurs lieux. Dans le cadre des conventions avec les universités de rattachement, ces problèmes devraient être pris en compte de manière précise. Il serait tout aussi nécessaire de veiller à ce que les personnels des IUFM n'aillent pas grossir des laboratoires en sommeil. Pour cette raison, une carte de la recherche en éducation devrait être dressée rapidement par le DRED, en liaison avec les directions pédagogiques.

Les enseignants-chercheurs ne sont pas les seuls à être concernés par la recherche. L'IUFM doit laisser ouverte une perspective d'évolution de carrière par la recherche à chacun de ses personnels. Il convient donc de s'assurer que les enseignants des IUFM qui le souhaitent peuvent suivre une formation doctorale.

LES PERSONNELS DE PREMIER ET SECOND DEGRÉS AUSSI

Extraits d'un texte adopté par la direction des enseignements supérieurs (janvier 1992) concernant la définition des fonctions des personnels de premier et second degrés affectés dans les IUFM. (ce texte n'a pas été publié).

(...) *IV - Recherche.* Les personnels de premier et de second degrés peuvent participer à des recherches entreprises par l'IUFM ou dans lesquelles celui-ci est partie prenante. La politique de recherche de l'établissement précisera les conditions dans lesquelles les personnels pourront s'associer à cette recherche. (...)

A CONSULTER

Le bulletin *Recherche et Formation* n° 12 (septembre 1992) de l'Institut national de la recherche pédagogique (INRP) présente un dossier sur le mémoire professionnel. De plus, à la rubrique «IUFM-actualités», on trouve le point sur la recherche dans les IUFM de Lille et Grenoble en 91-92, ainsi que la liste des 48 bénéficiaires de la politique de soutien à la recherche en éducation, pour l'année 92-93 (4 heures hebdomadaires pendant un an, soit l'année de DEA soit en fin de thèse).

L'INRP CHANGE DE STATUTS

Le décret modifiant le statut de l'INRP est paru au Journal officiel du 7 mars 1993. Vous trouverez ci-après des extraits du décret.

Titre 1^{er}. Dispositions générales

Art. 1^{er} - L'Institut national de recherche pédagogique est un établissement public national à caractère administratif doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du ministre chargé de l'enseignement supérieur.

Art. 2 - L'Institut national de recherche pédagogique est chargé d'une mission de recherche en éducation concernant tous les niveaux des enseignements scolaires et supérieur en formation initiale et continue. Il assure ou soutient les travaux concourant à cette mission, en association avec les personnels participant à l'éducation et à la formation et en partenariat avec d'autres

établissements ou organismes de recherche au plan national et international. Dans ce cadre, l'institut valorise les travaux de la communauté scientifique internationale et les prend en compte dans les recherches qu'il assure.

L'Institut national de recherche pédagogique poursuit également une mission de formation initiale et continue, notamment des formateurs, en liaison avec les instituts universitaires de formation des maîtres. Il participe à la formation doctorale, en liaison avec les universités et les autres établissements habilités.

Il peut être investi de missions d'études, notamment à la demande du ministre chargé de l'enseignement supérieur.

Il participe à la coordination nationale de la recherche en éducation par l'analyse de la conjoncture et la prospective.

Il est, en tant que centre de ressources, chargé de réunir, de gérer et de tenir à disposition les acquis de la recherche en éducation. Il concourt à leur

diffusion, en liaison en particulier avec le Centre national de documentation pédagogique, notamment au profit de la communauté éducative.

Il assure la conservation et le développement des collections muséographiques et bibliographiques en matière de recherche en éducation et les met à la disposition du public, notamment par l'intermédiaire de sa bibliothèque et du Musée national de l'éducation. Il coordonne les initiatives prises dans ce domaine par les établissements de l'éducation nationale. Il peut fournir son expertise aux organismes, institutions et collectivités qui le sollicitent.

Art. 3 - L'institut est structuré en départements de recherche et, en tant que de besoin, en services. Ces départements et services sont créés, sur proposition du directeur, par le conseil d'administration, après consultation du conseil scientifique.

Titre II - Organisation administrative

Art. 4 - L'institut est dirigé par un directeur assisté, pour la gestion de l'établissement, d'un secrétaire général et administré par un conseil d'administration assisté d'un conseil scientifique.

Art. 5 - Le directeur de l'Institut national de recherche pédagogique est nommé par décret pris sur proposition du ministre chargé de l'enseignement supérieur pour une période de trois ans parmi les personnalités compétentes dans les domaines de la formation et de la recherche. Son mandat est renouvelable.

Art. 6 - Le conseil d'administration comprend trente membres :

1° Neuf membres de droit :

- le directeur chargé des enseignements supérieur ou son représentant,
- le directeur chargé de la recherche et des études doctorales ou son représentant,
- le directeur chargé des lycées et collèges ou son représentant,
- le directeur chargé des écoles ou son représentant,
- le directeur chargé de l'évaluation et de la prospective ou son représentant,
- un représentant du ministre chargé du budget,
- un représentant du ministre chargé de la formation professionnelle,
- un représentant du ministre chargé de la recherche,
- le directeur général du Centre national de la recherche scientifique ou son représentant.

2° Six personnalités nommées par le ministre chargé de l'enseignement supérieur en raison de leurs compétences dans les domaines de l'éducation, de la formation et de la recherche.

3° Quinze membres élus parmi les personnels en fonction dans l'établissement :

- trois représentants des professeurs des universités et personnels assimilés ;
- trois représentants des maîtres de conférences et personnels assimilés ;
- trois représentants des autres enseignants,
- trois représentants des ingénieurs,
- trois représentants des personnels administratifs, techniques, ouvriers et de service.

Art. 7 - Le président du conseil d'administration est élu par le conseil au scrutin majoritaire uninominal à deux tours, parmi les personnalités nommées en raison de leurs compétences.

Art. 9 - Le conseil scientifique comprend vingt et un membres :

1° Le président du conseil d'administration qui le préside.

2° Douze personnalités extérieures nommées par le ministre chargé de l'enseignement supérieur, dont deux sur proposition du ministre chargé de la recherche, et dix sur proposition du directeur de l'Institut, dont quatre au moins exercent leurs fonctions dans des organismes étrangers ;

3° Huit représentants élus des personnels en fonctions à l'institut, dont :

- deux représentants des professeurs des universités et personnels assimilés ;
- deux représentants des maîtres de conférences et personnels assimilés ;
- deux représentants des autres personnels enseignants et chercheurs,
- trois représentants des personnels ingénieurs et techniciens de recherche.

Le directeur de l'établissement et les directeurs de département assistent aux séances du conseil scientifique avec voix consultative.

Titre III - Répartition des compétences

(...)

Art. 14 - Le conseil d'administration délibère notamment sur :

- 1° Les orientations générales de l'institut,
- 2° Le règlement intérieur de l'établissement,
- 3° Le budget et ses modifications, le compte financier,
- 4° Les programmes d'activité de l'institut,
- 5° Il a autorité sur l'ensemble des personnels de l'établissement et nomme à toutes les fonctions pour lesquelles aucune autre autorité n'a reçu pouvoir de nomination. (...)

Art. 16 - Le conseil scientifique propose au conseil d'administration les orientations de la politique de recherche. Il est consulté sur les programmes de recherche et de formation et surtout autre sujet que le directeur ou le président du conseil scientifique jugent utile de lui soumettre.

Il a en charge le suivi des programmes de recherche des départements de l'institut.

ON ÉVALUE DÉJÀ !

Les plans de formation des IUFM pour la période 92-94 ont fait l'objet d'un rapport de dix pages «Observations et recommandations» rédigé par la «Commission nationale d'orientation», diffusé par la Direction des Enseignements Supérieurs (DESUP) en juillet 1992.

Le paragraphe sur la recherche en IUFM est très succinct. Il faut la développer mais les IUFM doivent «en matière de recherche se garder d'agir

seuls. La politique de recherche doit être conçue en interaction étroite avec les universités. Il est essentiel d'éviter de développer de «fausses recherches» recouvrant des pratiques sans appuis scientifiques sérieux. On privilégiera un développement de la recherche sous forme de réseaux en liaison avec la DRED, le CNRS, l'INRP et les universités.»

LES ULTIMES RECOMMANDATIONS

Dans un copieux dossier adressé en mars 1993 aux membres de la commission consultative nationale des IUFM, le recteur Mesliand, président de la commission d'agrément et de suivi des plans de formation, et M. Bloch, directeur des enseignements supérieurs, analyse les nécessités et les faiblesses des IUFM.

La recherche est abordée dans la partie C «Des pistes de réflexion pour l'avenir», rubrique V «Les relations des IUFM avec les universités et les rectorats» (p. 27 et 28).

(...) Un point qui doit être éclairci est celui de la recherche dans les IUFM qui est évoqué dans l'article 17 de la loi d'orientation de juillet 1989 «Les IUFM sont des établissements d'enseignement supérieur... ils participent... à la recherche en éducation.» Reconnaissons que cette affirmation appelle une analyse précise de la recherche en éducation et de la manière dont les IUFM peuvent envisager de lui apporter leur contribution spécifique.

Une distinction majeure doit être faite entre la recherche liée à l'innovation pédagogique (recherche-développement) et la recherche au sens universitaire. La recherche liée à l'innovation pédagogique, généralement formalisée sous l'expression de «recherche-action», à laquelle il convient d'ajouter celle d'«ingénierie pédagogique» (empruntée aux sciences de l'ingénieur), qui a stimulé et continue à nourrir toutes les politiques de rénovation pédagogique, au collège, puis à l'école primaire et aujourd'hui au lycée, ne saurait être absente de la formation des enseignants. Il

appartient donc aux IUFM non seulement d'en prendre le relais, en relation notamment avec l'Institut national de la recherche pédagogique, mais aussi de l'amplifier et chaque fois que c'est possible de la mettre en relation avec des équipes et laboratoires universitaires en éducation.

Les IUFM en effet ont vocation à développer la recherche en éducation dans des structures universitaires, en relation notamment avec le CNRS, conduisant à des travaux et à des grades universitaires. Lorsque les équipes et laboratoires existent dans les universités de rattachement, les personnels enseignants-chercheurs des IUFM y ont naturellement leur place. Mais il y a encore beaucoup à faire, et les IUFM peuvent aussi créer de telles équipes lorsqu'elles n'existent pas. Le risque à éviter, auquel la direction de la recherche et des études doctorales et le CNRS seraient très sensibles, c'est celui de la dispersion, dans un domaine de recherche encore neuf, qui ne peut acquérir de notoriété scientifique que s'il sait se discipliner, concentrer ses moyens. C'est pourquoi il est recommandé aux IUFM d'unir leurs efforts, sur la base de leurs compétences, pour constituer des pôles de recherche dont la carte sera nationalement établie.

Il sera ainsi possible d'articuler les activités de recherche-action sur les laboratoires de la recherche universitaire, plus systématiquement que cela se fait actuellement. Et les formateurs IUFM issus du second degré et des corps d'inspection pourront recevoir une formation à la recherche, qui conduira certains d'entre eux à une mobilité promotionnelle de carrière. (...)

L'ESPACE ET LA GÉOMÉTRIE

APPORTS DES RECHERCHES DIDACTIQUES RÉCENTES SUR L'ENSEIGNEMENT ÉLÉMENTAIRE DE LA GÉOMÉTRIE

René BERTHELOT
IUFM - Bordeaux

INTRODUCTION

J'ai été chargé de vous présenter l'état des recherches en didactique des mathématiques, en ce qu'elles concernent l'enseignement élémentaire de l'espace et de la géométrie et donc leurs apports récents. En plus de la thèse collective que je viens de soutenir avec Marie Hélène Salin, je m'appuierai principalement sur les travaux d'équipes de Bordeaux, de Marseille, de Grenoble et de Lyon, et des travaux du groupe "espace, géométrie, graphisme scientifique et technique" qui a rassemblé pendant plusieurs années des psychologues et des didacticiens.

Ces recherches ont été précédées de beaucoup d'autres menées dans d'autres cadres, en particulier IREM, du type recherche action, stimulées depuis longtemps entre autres par la COPIRELEM et l'APMEP, pour répondre aux demandes d'innovation de l'enseignement élémentaire de la géométrie. Les différentes brochures IREM, MOTS, Aides Pédagogiques en témoignent. Dans notre travail sur les angles, nous avons exploité ces produits, et d'autres comme par exemple la publication de l'IREM de Nice sur les angles au CM, rédigée sous la direction de Michel Blanc.

Innover dans sa classe sur l'enseignement de la géométrie paraît chose simple, tant sont nombreuses les propositions d'activité, tant elles paraissent rendre séduisante cette géométrie qui fait exploser les possibles dans

les tracés plans (en particulier), avec souvent en prime une approche artistique.

Qu'en est-il dans le premier cycle de l'enseignement secondaire ?

Les professeurs qui se sont risqués à suivre les suggestions des "suivis scientifiques", ont pu souscrire à l'hypothèse souvent implicite de l'élève-mathématicien en herbe, qui prend plaisir à parcourir les espaces qui sont proposés à son activité, ce qui ne peut que réjouir son professeur de mathématiques. l'idéal, quoi !

Et ces professeurs ont pu expérimenter à la fois le plaisir manifesté par les élèves dès qu'on les mène à explorer un espace réel avec un minimum d'autonomie, l'imprévisibilité des directions que soudain ils prennent, et la difficulté de les ramener aux sentiers balisés par les mathématiques. Et bien entendu, la difficulté est d'autant plus forte que les élèves ont des difficultés en mathématiques.

A l'école primaire, le fonds constitué par les situations d'enseignement de la géométrie proposées par les manuels à succès est remarquablement stable, malgré l'effort très important de formation assuré par des formateurs passionnés de géométrie.

Dans beaucoup de nos écoles associées à la formation, la géométrie n'est-elle pas souvent la part laissée aux remplaçants ? Ailleurs

aussi n'est-elle pas le parent pauvre de l'activité mathématique de l'école primaire ?

Les propositions d'innovation ne manquent donc pas, l'importance de la géométrie est reconnue, mais quelle place est-elle faite à l'espace dans ces propositions ?

Dans la plupart des leçons, le souci de l'espace a si bien disparu sous celui de la géométrie que "l'à peu près" n'a pas d'existence reconnue et ne se voit doté d'aucun moyen de traitement impliquant les connaissances géométriques.

Qu'est-ce qui ramène inexorablement les leçons à l'écrasement de l'espace sur la géométrie, si commode didactiquement, à la fiction du traitement de l'espace sur la feuille de papier ? La réponse est simple, même si elle est difficile à avaler pour les innovateurs que nous sommes : l'espace réel, celui autour duquel vont effectivement ferrailler maîtres et élèves au cours des leçons est particulièrement propices aux détournements par les élèves du but visé par l'enseignement. Sur la feuille et par le biais de l'ostension progressive de ces objets que constituent les "figures", l'enseignant peut enseigner la géométrie visée, en contrôlant toute échappée non prévue, dont le blocage par le maître est producteur de frustrations.

Nous avons étudié expérimentalement et théoriquement les effets de l'ouverture d'espaces nouveaux à l'activité didactique, tant sur la base de nos observations directes à l'école élémentaire, que sur la base de celles d'autres chercheurs (en premier cycle du secondaire en particulier) qui ont rendu compte de leurs observations avec beaucoup de précision.

Nous avons approfondi le système où causes et effets se mêlent pour aboutir à l'enfermement actuel des rapports à l'espace dans la "boîte de Pandore" que constitue la feuille de papier ou les petits objets. Nous nous sommes efforcés d'identifier les conditions d'une approche des repré-

sentations spatiales, géométriques ou analogiques, et expérimenté diverses solutions.

Enfin, on ne peut isoler le travail à l'école primaire de la suite de la scolarité obligatoire, qu'elle a charge de préparer, à savoir : l'enseignement technique comme l'enseignement général. C'est à ces niveaux que s'effectue la véritable évaluation de beaucoup d'acquisitions de l'école élémentaire, spatiales et géométriques en particulier.

Or nous avons des indices concordants concernant la difficulté persistante d'un nombre important d'élèves, tant au niveau de leur entrée dans la géométrie déductive, que de la maîtrise des représentations professionnelles de l'espace physique.

Les recherches précédemment citées, en particulier celles que j'ai menées avec Marie Hélène Salin, nous ont permis d'identifier certains phénomènes didactiques qui permettent :

- de comprendre l'équilibre de la Transposition Didactique courante des questions d'espace et de géométrie ;
- d'expliquer certains dysfonctionnements issus de ce enseignement usuel ;
- d'expliquer et de prévoir certains phénomènes observés lorsqu'on modifie cette TD ;

- * les obstacles et les difficultés ;
- * les succès et leurs limites.

Je vous propose d'abord de faire un tour d'horizon des résultats de ces recherches, avant de vous en présenter quelques outils à travers une étude particulière : celle de l'enseignement des plans et des cartes.

UNE DISTINCTION FONDAMENTALE POUR L'ENSEIGNEMENT

Une fois déterminés les savoirs à enseigner, la réflexion traditionnelle porte sur l'ordre dans lequel ils doivent être enseignées, sur ce que l'élève devrait savoir au vu des

enseignements antérieurs qu'il a reçus, et sur ce qu'il devrait donc pouvoir apprendre de nouveau. Mais elle laisse dans l'ombre une caractéristique fondamentale du contrat didactique, source de problèmes didactiques: l'élève a besoin de connaissances qui ne lui sont pas enseignées mais qu'il doit savoir mettre en oeuvre, soit pour apprendre, soit pour utiliser ce qu'il a appris.

Il en découle qu'un ensemble important de décisions didactiques relèvent du partage des responsabilités entre le professeur et l'élève, relativement aux connaissances à mettre en oeuvre : certaines sont enseignées et sous la responsabilité du professeur, d'autres ne le sont pas et sont donc sous la responsabilité implicite de l'élève. Ce partage est inéluctable, mais l'identification précise de ces deux types de connaissances n'est pas faite et, par voie de conséquence, leur attribution à la responsabilité du maître ou de l'élève ne peut être remise en cause.

Un champ de recherches en didactique s'est ouvert sur ce sujet, dont nous allons donner quelques exemples, avant de préciser en quoi notre travail relève de ce champ.

Le domaine, sans doute le mieux identifié, de ces connaissances attendues des élèves, mais qui ne leur sont pas enseignées, concerne le raisonnement. Savoir raisonner fait partie de ces compétences que l'enseignant se désole de ne pas trouver chez ses élèves, tout en étant désarmé quant à l'aide à leur apporter sur ce plan. L'enseignement du savoir savant correspondant, la logique, tenté pendant un temps, n'a pas produit les effets attendus. La thèse de P. Orus (1992) s'attaque à ce problème, en proposant d'autres voies.

A l'inverse, il existe des connaissances comme l'énumération, nécessaire à la résolution de problèmes posés aux élèves à différentes étapes de leur scolarité, du dénombrement à la combinatoire, qui, non seulement ne sont pas enseignées, mais dont l'absence n'est même pas pointée comme

cause de difficultés et d'erreurs. C'est l'objet de la recherche de J. Briand¹.

Ce partage est particulièrement illustré par la recherche que mène C. Molina à Saragosse : il s'agit de concevoir un enseignement de la géométrie pour des classes qui comportent à la fois des élèves voyants et non-voyants. Serait-ce possible ? Sitôt la question posée, les difficultés surgissent et leur évocation fait apparaître toutes les connaissances et compétences implicites concernant les rapports à l'espace qu'exige cet enseignement, compétences dont semblent privés les non-voyants. Mais les enfants voyants, eux, qui constituent les classes sur lesquelles porte notre recherche, disposent-ils bien de ces compétences que leur attribue implicitement l'enseignement ? Se développent-elles spontanément ? Si ce n'est pas le cas et si leur absence explique les difficultés d'apprentissage de certains, pourquoi l'enseignement ne les prend-il pas en charge ? Est-il possible d'envisager un déplacement pertinent de la frontière établie entre ce qui est enseigné et ce qui ne l'est pas ?

Ces interrogations constituent l'un des axes de notre approche des problèmes posés par l'enseignement de la géométrie et de l'espace dans la scolarité obligatoire.

Les différences entre connaissances spatiales et géométriques

Leur genèse chez l'enfant

Une première différence est relative à la genèse de ces connaissances pour l'enfant.

Chaque enfant dispose de connaissances spatiales avant même que l'on se propose de lui apprendre des connaissances de géométrie.

La géométrie, elle, doit être enseignée à l'école pour exister.

¹ thèse en préparation

Les types de problèmes

Le problème du vitrier

Quelles connaissances sont-elles nécessaires au vitrier pour reproduire un quadrilatère de forme parallélogramme afin de découper une vitre adaptée à la fenêtre d'un de ses clients ? Il est certain que s'il s'agit pour lui d'une action familière : ce ne sera pas un problème et il mettra en oeuvre une procédure qu'il connaît bien. S'il n'est familier que des fenêtres de forme rectangulaire, comme le vitrier à qui nous avons eu affaire et que nous avons pu observer, il doutera et ne saura quelles mesures prendre avec les outils dont il dispose. Son problème est de prendre les informations qui lui garantissent que la vitre qu'il va découper aura bien la forme voulue. Ce qui lui manque est la maîtrise d'un **caractère déformable ou non** des figures dont on connaît les longueurs des côtés. Dans le cas que nous avons observé, c'est bien ce qu'a manifesté la décision qu'a prise le vitrier : il a fait, avant la coupe du verre, un cadre en bois correspondant aux mesures saisies puis il l'a comparé à la fenêtre, et ajusté à sa forme.

Dans le cadre de la géométrie, la formulation d'un problème correspondant au problème du vitrier serait un problème de construction géométrique d'un parallélogramme, à l'aide de la règle graduée et du compas. La solution de ce problème appelle une validation d'ordre mathématique s'appuyant sur un ensemble de propriétés caractéristiques du parallélogramme.

Si le vitrier dispose de connaissances géométriques, il pourra prévoir que la connaissance des longueurs des côtés et d'une diagonale (informations auxquelles ses instruments lui donnent un accès facile) suffit à déterminer une figure superposable à la figure mesurée.

Mais il ne trouvera pas cette propriété dans un cours de géométrie, car pour la géométrie elle n'a pas particulièrement d'intérêt. Les propriétés intéressantes pour la géométrie

et pour l'espace ne sont pas les mêmes et les exemples ne manquent pas : l'incommensurabilité du côté du carré à sa diagonale par exemple, comme la droite d'Euler, ne répondent à aucun intérêt spatial. Considérons par exemple une propriété géométrique dont l'utilité spatiale est avérée pour le contrôle des angles droits, la relation de Pythagore. L'intérêt du théorème de Pythagore pour l'enseignement mathématique n'est pas fondé sur son utilité spatiale (qui est grande), mais surtout sur la variété de démonstrations que l'on peut en fournir ou qu'il permet de faire...

Problème spatial, problème géométrique

De manière générale, nous pouvons distinguer deux types de problèmes

Les problèmes spatiaux peuvent être ainsi caractérisés :

- ils sont finalisés sur la réalisation

* d'actions : fabriquer, se (dé)placer, dessiner, etc.

* de moyens de communication à propos d'actions ou de constats. Le langage spatial permet de communiquer des informations qui se substituent à la perception ;

- les moyens d'action disponibles dépendent du contexte, et sont principalement assujettis à la qualité du résultat empirique .

- la réussite ou l'échec est déterminée par le sujet par comparaison empirique entre le résultat spatial attendu et le résultat obtenu.

Résoudre un problème de géométrie, au sens où ce mot est employé en mathématiques, est une activité autour du caractère nécessaire de certaines propriétés d'objets géométriques, et de leur organisation non contradictoire.

Les situations de géométrie mettent en interaction des sujets avec un milieu qui n'est plus l'espace physique et ses objets mais une communauté scientifique évoquée ou simulée par l'ensemble des élèves. ces interactions se font sur la base de déclarations sur un espace de "figures". Il faut entendre ici figure au sens d'objet géométrique idéal, sur lequel porte l'étude.

Les validations peuvent se passer de l'espace, mais sont basées sur les règles du débat mathématique. La fonction des dessins est, comme le dit Poincaré, de provoquer la mise en relation de propositions que l'on sait associer à tel ou tel tracé ou portion de dessin. On pourrait cependant concevoir une implication de l'espace comme moyen de production de contre exemples, mais cela nécessiterait d'assumer méthodologiquement les liens effectifs espace-géométrie.

L'organisation des connaissances

Bien évidemment, l'ensemble de ces différences ne peut que déterminer une organisation différente des concepts communs.

Les connaissances de la géométrie sont identifiées et organisées de manière bien connue par la théorie mathématique. Cette structuration a d'ailleurs changé au cours de l'histoire de façon très repérable.

L'étendue et la structure des connaissances spatiales, communes ou professionnelles sont par contre moins bien connues, parce que utilisées pour résoudre des situations particulières correspondant à des champs d'activité, en particulier professionnels, culturellement éclatés.

Le vocabulaire

Il comporte bien des mots communs. La signification en est-elle la même ? Rien n'est moins sûr.

Prenons l'exemple du rectangle :

- dans la vie courante ou professionnelle (hors mathématiques) personne ne qualifiera de rectangulaire un objet de forme carrée, ce serait considéré comme une erreur, parce que le terme de rectangle serait interprété comme voulant signifier une différence de longueur entre les côtés consécutifs.

- en géométrie par contre, qualifier un carré de rectangle constitue une manifestation d'une connaissance particulière qui fait l'objet d'un enseignement.

Les rapports

Malgré ces différences, connaissances géométriques et connaissances spatiales sont très fortement liées.

L'étude historique montre que la géométrie est issue, pour une large part, de la résolution de problèmes spatiaux par modélisation. Deux grands thèmes ont, en particulier, mobilisé les efforts d'anticipation spatiale : les mesures et la représentation plane des situations. Les grecs, pour des raisons où des facteurs culturels semblent avoir une part décisive ont été les inventeurs de la "géométrie mathématique". Celle-ci s'est depuis lors développée de plus en plus comme une théorie autonome, jusqu'à paraître rompre avec ses origines spatiales.

Bien sûr, une personne confrontée à un problème spatial, et qui dispose de connaissances issues de la géométrie peut s'en aider pour le résoudre.

Ainsi le vitrier qui sait qu'un triangle est déterminé (à un retournement près) par les longueurs de ses côtés peut-il résoudre immédiatement le problème de toute cadre polygonal, par exemple en saisissant et reportant les mesures des côtés de ce cadre et de certaines diagonales sur un schéma qui lui permet de contrôler la décomposition convenable de sa forme en triangles.

Présentation de différentes recherches

Etude de l'espace dans l'enseignement courant de la géométrie, jusqu'en cinquième

Il s'agit d'une étude approfondie des programmes que nous avons menée, suivie d'une analyse des scénarios de leçons présentés par les ouvrages les plus utilisés, en particulier les manuels d'élèves, mais aussi les livres du maître.

L'analyse des programmes parus depuis le début du siècle manifeste une exclusion progressive des connaissances spatiales utiles,

accompagnée d'une stabilité de l'enseignement des notions géométriques de base.

Une observation des scénarios de leçons courantes fait apparaître immédiatement (à qui les observe avec les lunettes de la théorie des situations) :

- l'exclusion des rapports effectifs à l'espace hormis ceux concernant l'espace de la feuille ;

- l'absence de situations a-didactiques, qui feraient entre autres la dévolution aux élèves des moyens de déclarer valide ou non le résultat ; même les consignes de reproduction de figures sont peu souvent suivies de vérification, et encore moins d'analyse d'erreurs liées à la connaissance.

- la transparence géométrique de l'activité de tracé développée par les élèves. L'activité géométrique est essentiellement restreinte à :

* la description géométrique de ce qui est tracé ou peut l'être facilement ;

* l'exécution de tâches de tracés formulées dans le langage géométrique.

- la pratique du langage proposée alimente cette transparence : les tracés et objets géométriques sont assimilés : on trace une droite, un segment, un angle, etc. ;

- lorsque interviennent sous forme évoquée des situations spatiales où les connaissances enseignées pourraient améliorer directement les rapports effectifs à l'espace, la complexité spatiale des situations correspondantes est totalement ignorée, comme si la géométrie fournissait en même temps le moyen d'appliquer ses connaissances à l'espace (exemple d'Eiller : en application du travail de tracé d'angles, détermination de parcours sur une carte nautique, du trajet d'une boule de billard dans un rectangle et des trajets d'avions d'après écran radar.)

En somme une symbiose apparemment parfaite entre l'espace et la géométrie, qui permet de réduire l'espace à la feuille de papier, et les problèmes spatiaux à ceux que prend en charge la géométrie enseignée.

Le caractère "naturel" de cette substitution de la géométrie à l'espace ne choque que si l'on conserve à l'esprit cette dualité que les mathématiciens de tout ce siècle, de Poincaré à Gonseth par exemple, ont de leur côté tenté en vain de restaurer.

Nous avons étudié, d'un point de vue systémique, la logique de cette caractéristique si forte de la transposition didactique de la géométrie, en la reliant aux pesanteurs institutionnelles s'exerçant sur le système d'enseignement par la recherche de légitimation auprès d'institutions culturellement dominantes comme le montre Chevallard.

Cette logique d'écrasement de l'espace sur la géométrie aboutit de fait à une exclusion de l'enseignement des connaissances spatiales au profit de connaissances de géométrie.

Pour rendre viable dans le contrat didactique un tel enseignement de la géométrie, privé de bases spatiales, il a fallu exclure tout rapport a-didactique des élèves, et aménager cet enseignement sur un terrain où le maître pourra interpréter en terme géométrique les manifestations spatiales indispensables à la communication du savoir.

L'enseignement ostensif est à la fois la conséquence et la condition, le ciment privilégié de cet état d'équilibre.

La disparition de l'espace sous l'effet de l'enseignement de la géométrie est passée d'autant plus inaperçue qu'aucun constat de compétences spatiales systématique n'est dressé au cours ou à la fin de la scolarité obligatoire.

Ce phénomène peut être qualifié de véritable cécité culturelle quant à la spécificité de l'espace.

Les représentations spontanées, un savoir de base

Une des conséquences de cet écrasement de l'espace par la géométrie, est que

l'enseignement de cette géométrie va introduire (par l'ostension) sans contrôle, une sémantique de la géométrie issue du rapport spatial privilégié : le traitement sous la logique de l'évidence, et par conséquent de la vie courante, de petits objets manipulables ou de tracés sur la feuille.

Nous avons consacré une part importante de nos investigations à cerner théoriquement et expérimentalement les connaissances spatiales des élèves qui relèvent de la pratique à laquelle se réfère implicitement ou explicitement l'enseignement usuel de la géométrie.

Cela nous a permis d'approfondir l'identification proposée par Brousseau et Galvez (1983-84) de ce que nous considérons comme un véritable complexe de connaissances issu des "savoirs pratiques" dont Bourdieu a montré la subordination à une logique spécifique, celle du "sens pratique". C'est ce que nous avons appelé, à la suite de Brousseau et Galvez, les représentations spontanées de l'espace, micro-spatiales, mésospatiales et macro-spatiales.

En s'appuyant sur l'analyse de la différence des limitations apportées par le milieu à la saisie et à la gestion des informations pertinentes, dans les situations courantes, essentiellement caractérisées par leur fréquence de rencontre, on peut repérer trois effets tout à fait différents de la variable "taille" de l'espace avec lequel le sujet entre en interaction de manière spécifique.

Nous nommons contraintes micro-spatiales, mésospatiales et macrospatiales les contraintes qui régissent les interactions courantes ainsi déterminés par la taille et fait l'hypothèse qu'il leur correspond trois représentations différentes de l'espace que je vais présenter rapidement.

Les contraintes micro-spatiales spécifiques du cadre des interactions liées à la manipulation courante des petits objets

Ce cadre constitue un domaine si familier au sujet que la plupart des problèmes qu'il y rencontre ne nécessitent pas de conceptualisation. Citons quelques propriétés caractéristiques de ce type d'interactions.

La notion centrale est ici celle d'objets. L'espace est constitué d'objets, deux objets sont distincts si on peut les séparer par un espace(ment), que le sujet peut d'ailleurs annuler dans l'instant.

La notion de distance se distingue mal de celle d'espacement, qui n'a que deux valeurs pertinentes. La conception micro-spatiale de la distance n'a donc que peu de rapport avec la notion géométrique correspondante. La conception micro-spatiale de la longueur, qui peut être liée à des dimensions d'objets, est plus proche de la notion géométrique.

Les contraintes mésospatiales caractéristiques du cadre des déplacements domestiques

"C'est le cadre des interactions liées à la détermination et à la modification des positions à l'intérieur d'un domaine de déplacements domestiques, comme aux mouvements du sujet à l'intérieur des limites de ce domaine... Une partie de l'espace est accessible par une vision globale, obtenues à partir de perceptions successives, mais de durées minimales. Les déplacements sont plus coûteux dans le méso-espace que dans le micro-espace. De là surgit la nécessité de construire une représentation intellectuelle de l'espace qui rend possible pour le sujet la maîtrise de ses déplacements.

Les notions centrales sont ici celles de lieux, de trajets et d'objets. Les objets nouveaux sont semi-fixes ou fixes. Il n'y a pas nécessairement d'espacement entre deux objets (murs...) Entre les gros objets, il y a des trajets possibles, des possibilités ou non de placer un meuble ou une voiture, etc. des distances. La conception mésospatiale de la longueur est articulée avec celles de distance,

de profondeur, de hauteur, dont elle permet les mesures.

Les contraintes macrospatiales (de type urbain, rural, maritime, etc.)

Le cadre macrospatial "correspond à un secteur de l'espace dont la dimension est telle qu'on peut l'embrasser seulement par l'intermédiaire d'une succession de visions locales, séparées entre elles par les déplacements du sujet sur la surface terrestre.

Dans ces interactions, les objets principaux restent fixes, c'est le sujet qui se déplace. Il est impossible pour le sujet d'obtenir une vision globale simultanée du secteur de l'espace avec lequel il est en interaction. Pour orienter ses déplacements il doit construire une représentation globale de l'espace, par recollement de connaissances partielles, pour récupérer la continuité de l'espace parcouru. Une conceptualisation est indispensable pour construire une image d'un tel ensemble, inaccessible à la perception directe.

C'est essentiellement une interaction avec des lieux et des trajets. Les objets spécifiques sont fixes et ont fonction de repères. Les distances s'y mesurent en km ou durées de parcours.

La mise en évidence de ces représentations

Nous avons consacré une partie de notre travail à l'épreuve de ces hypothèses, cherchant à montrer que les connaissances que le sujet manifeste sous forme de modèles implicites, de schèmes d'action, de formulations particulières, en réponse à des questions judicieusement choisies sont :

- d'une part, pour certains concepts, et à l'intérieur d'un même concept, différenciées en "conceptions, chacune liée à une famille de problèmes correspondant à des interactions spatiales différentes. Il y a ainsi plusieurs conceptions de la longueur, ou de "l'objet" ;

- d'autre part regroupées en "représentations", selon la taille de l'espace, car fonctionnant ensemble dans le même type de situations. Ainsi, dans le micro-espace, il y a des relations entre une conception de la longueur et une conception de l'objet, etc. ;

La mise en évidence expérimentale de représentations comme ensembles de conceptions liées à des notions différentes reste à réaliser, mais l'ensemble de nos travaux, particulièrement d'ingénierie, comme de travaux d'autres chercheurs en confortent la vraisemblance.

Nous parlerons donc de contraintes microspatiales, mésospatiales ou macrospatiales. Par exemple, la méthode adaptée pour reproduire une forme dans des contraintes micro-spatiales, est de se servir d'un gabarit. Des contraintes mésospatiales correspondront mieux au pilotage d'un engin.

La prise en compte de ces représentations spontanées ou communes nous a permis :

- d'une part, de renouveler l'analyse des comportements des élèves dans l'enseignement de la géométrie, débouchant sur l'identification de phénomènes de didactique ;

- d'autre part, de dégager les conditions qui favorisent la conceptualisation spatio-géométrique (principalement macro et mésospatiales, pour pouvoir les reproduire ou les simuler dans les situations d'enseignement.

L'exploitation de cette catégorie de connaissances comme moyen d'analyse a priori des comportements des élèves nous a fourni des résultats qui ont dépassé nos espérances, tant au niveau de l'identification des limitations des connaissances géométriques et des connaissances spatiales des élèves, que de phénomènes d'obstacles didactiques dont l'identification nous permet de comprendre les limitations des tentatives de changement de l'enseignement et de mieux les diriger.

L'importance de ces représentations permet de leur attribuer la responsabilité d'obstacles didactiques à l'innovation par modélisation a-didactique de l'espace, en particulier en l'absence de situation fondamentale de la notion enseignée.

Enseigner l'espace utile par modélisation

Certaines acquisitions spatiales ne se font pas "naturellement", et on peut trouver trace de ces manques dans des études dispersées :

- les difficultés des élèves dans l'apprentissage du dessin technique, comme celles des adultes de bas niveaux de qualification en formation professionnelle à lire et utiliser des plans de bâtiments, en passant par celles signalées dans l'enseignement de la géométrie ;
- les difficultés d'exploitation des figures (sur-figures, sous-figures), ou difficultés à "voir dans l'espace", et autres limitations signalées dans les recherches en didactique de géométrie.

Sur la base de nos résultats, nous avons commencé à élaborer et à étudier l'effet d'un processus d'enseignement de compétences spatiales utiles, conçu pour permettre aux élèves de dépasser les limitations relatives aux représentations spatiales communes.

Je vais développer cet exemple dans la seconde partie de mon exposé.

L'ostension créateur d'obstacle didactique. Le cas des angles de secteur

Nous avons par ailleurs montré, par notre étude sur l'enseignement des angles de secteur, que l'enseignement ostensif produit en ce cas un obstacle didactique à l'apprentissage de la notion géométrique d'angle, obstacle dont on trouve la trace tant dans des recherches précédentes (Balacheff) que dans les évaluations de l'APMEP, et même dans des définitions de l'angle proposées par des manuels du début du siècle.

La construction d'un processus d'enseignement alternatif, conçu à partir d'une recherche de situations fondamentales et de variables didactiques pertinentes, nous a permis de confirmer le caractère didactique de cet obstacle en montrant que cet obstacle peut être évité, et que les résultats de l'enseignement peuvent être améliorés même en s'adressant à des enfants de CM₁ ou de CM₂.

Obstacles au rapport personnel des élèves de 4ème à la démonstration

Alain Mercier, de son côté, s'est attaché à la construction d'une méthodologie originale pour étudier les effets du "déroutement temporel" de l'enseignement sur les connaissances et les résultats des élèves, dans le cadre de l'enseignement secondaire. Un des principaux résultats de cette recherche est l'identification d'épisodes didactiques.

L'étude est basée sur une pratique courante de l'enseignement mathématique dans l'enseignement secondaire. L'auteur s'est attaché à la compréhension profonde du blocage d'élèves de 4ème qui se manifestent en géométrie, au moment du travail sur la démonstration, et en rend compte à travers le "cas de Sophie".

Il a montré dans cette étude comment les blocages à ce niveau sont reliés à plusieurs des caractéristiques fondamentales de l'enseignement courant, qu'il soit primaire ou secondaire, à savoir :

- l'incapacité où sont les élèves à détacher le schéma de la figure ;
- la réduction de la géométrie du point de vue de l'élève à l'exécution de tâches ;
- la nécessité, introduite par l'enseignement de la démonstration, et inhérente à la pratique mathématique de la démonstration, de modification des positions professeur-élèves relativement au savoir ;
- l'incapacité où sont de nombreux élèves d'effectuer ce changement, faute d'une expérience a-didactique des rapports antérieurs de l'élève à la géométrie. Les

positions antérieurement figées par la monstration-exécution, s'érigent alors en obstacle à un changement nécessaire.

Alain Mercier montre, en jouant sur ces paramètres, comment un déblocage peut se négocier.

Analyse des résultats de propositions alternatives d'enseignement de la géométrie au premier cycle

Si la représentation micro-spatiale nous permet de comprendre un certain nombre des observations d'Artigue et Robinet, et de Grenier, relativement aux difficultés rencontrées par les élèves à l'introduction d'une géométrie ponctuelle, Il nous faut pousser l'analyse un peu plus loin pour identifier les phénomènes qui expliquent, selon nous, les résultats attestés par les tentatives de l'équipe de Grenoble (Balacheff, Grenier) et de l'équipe de Lyon (Arsac, et l'équipe de l'initiation au raisonnement déductif : Arsac, Chapiron, Colonna, Germain, Guichard et Mante).

Ces équipes ont étudié de façon très précise l'effet de situations d'enseignement alternatives, de la 6ème à la quatrième, et en ont présenté des résultats suffisamment détaillés pour constituer la base d'analyses complémentaires à celles des auteurs.

D. Grenier a conçu un processus d'enseignement de la symétrie orthogonale, dont elle a étudié le déroulement précis et relevé les difficultés. Basé sur une approche a-didactique, ce processus fait l'économie de la notion de situation fondamentale.

L'équipe de Lyon propose des situations a-didactiques de base spatiale, qui doivent chacune permettre de disqualifier l'espace, au profit du raisonnement sur les propriétés, et par là de donner le moyen au professeur de négocier le changement de contrat didactique.

Caractères principaux des rapports spatiaux de l'élève avec le milieu

Les analyses que nous avons faites tant pour la maîtrise de notre ingénierie que pour l'étude des résultats des travaux antérieurs montrent que pour progresser dans la compréhension des difficultés de l'enseignement de la géométrie, enseignement qui fait nécessairement intervenir à la fois le modèle géométrique et la réalité physique qu'il modélise, il faut aller au-delà de la simple prise en compte du type d'espace (sensible ou mathématique) dans lequel on veut placer l'élève, et étudier les rapports établis entre l'élève d'une part et l'espace d'autre part.

En termes de la théorie des situations, nous dirons que chacun des espaces constitue un milieu pour l'élève, et que l'interaction avec chacun de ces milieux se contrôle avec des moyens spécifiques.

Nous avons retenus trois types de caractères des rapports spatiaux dans les situations d'enseignement de la géométrie
- le caractère effectif ou intériorisé

- le caractère a-didactique ou didactique et le rapport à une situation fondamentale de la situation qui les suscite

- la problématique dans laquelle s'inscrivent les rapports déterminés par la situation.

Pour des raisons de temps, je ne présenterai immédiatement que le dernier type de caractère, en proposant d'illustrer ensuite les deux autres sur l'exemple de l'apprentissage des plans.

Types de problématique : pratique, géométrique, de modélisation. Trois types de pratiques spatiales de référence.

Nous allons identifier les fonctions de la géométrie dans la transposition didactique en les situant par rapport aux pratiques liées à trois types d'institutions où se traitent les

questions spatiales : la vie courante, la technique, les mathématiques. Nous caractériserons ainsi trois problématiques.

Les différenciations que nous allons introduire ne caractérisent donc pas des sujets, mais leurs rapports à l'espace qui peuvent, pour un même sujet, varier selon les institutions dans lesquelles il est impliqué.

Je vais illustrer ces problématiques par des comportements qui apparaissent à l'observation lors de la confrontation des élèves à une situation a-didactique particulière, principalement extraits de la publication de nos collègues de Lyon : "initiation au raisonnement déductif au collège".

Exemple du triangle aplati

La situation du triangle aplati a été proposée à des élèves de cinquième.

La consigne donnée est :

existe-t-il un triangle de dimensions 4cm, 9cm et 5cm ?

La tâche est proposée à la classe divisée en petits groupes. Toute liberté est laissée quant aux moyens à mettre en oeuvre pour déclarer cette existence. Un débat est ensuite organisé entre les groupes sur les réponses à la question posée.

Nous avons classé les réponses récoltées par l'équipe de Lyon en trois types.

Premier type de réponse : *"Il existe un triangle, nous avons réussi à le faire"*

Comme vous pouvez le vérifier, il suffit de faire une construction soignée à la règle pour conclure ainsi, sur la base d'un constat d'évidence spatiale.

La réponse à la question apportée dans cette logique est indiscutablement positive. Il existe même, à moins d'un demi-millimètre près, une grande quantité de tels triangles distinguables les uns des autres, plus ou moins aplatis.

Deuxième type de réponse : *"De toute manière, ce n'est pas possible, par exemple*

parce qu'il faudrait que les deux traits qui se touchent au dessus de la base soient plus grands que la base et $5 + 4 = 9$ ".

Ces justifications sont accompagnées, comme le rapporte G. Arzac (1989) par "très peu de dessins, voire pas du tout, ou des dessins qui ne proviennent pas de l'activité de construction à la règle et au compas mais qui en donnent directement le résultat anticipé par l'élève, c'est-à-dire un segment avec un point marqué.... Lors des débats avec les autres élèves, la source de la conviction de ces élèves, lorsque nous avons pu la repérer, est toujours liée à la perception graphique des propriétés... du type suivant : l'hypoténuse d'un triangle rectangle est plus longue que chacun des côtés". Et l'auteur conclut : "L'incertitude engendrée par le dessin sur le triangle proposé est levée en abandonnant le résultat concret et contradictoire de la construction et en se ramenant à une propriété dont on est sûr."

Ces comportements traduisent selon nous une certaine exigence implicite de dépendance et plus particulièrement de non-contradiction entre la déclaration d'existence de "vrais triangles" dont la longueur d'un des côtés serait la somme des longueurs des deux autres et certaines propriétés de l'espace déjà connues. Nous pourrions dire que ce rejet de l'existence du triangle est basé, pour ces élèves, sur la nécessité ressentie de maintenir pour vraies dans toute leur généralité, des propriétés qui seraient mises en cause par l'existence d'un tel triangle.

Troisième type de réponse : *"Ça dépend de l'ordre des côtés, si on commence par 5, il existe ; si on commence par 9, il n'existe pas" ou "Faut-il prendre le premier point où ça se touche?"*, et autres considérations techniques sur le dessin.

L'équipe de Lyon a noté l'importance pour les élèves de ce genre de considération, bien qu'elles n'aient aucun statut dans l'enseignement usuel.

Je vais maintenant présenter les trois problématiques, auxquelles nous rattachons ces trois types de réponse.

Problématique pratique

Nous prenons comme référence la pratique de la vie courante, des problèmes spatiaux "ordinaires" de la vie de monsieur "tout le monde", et plus précisément le "sens pratique" selon les caractéristiques qu'en donne Bourdieu : "La pratique se déroule dans le temps, et elle en a ...l'irréversibilité... Elle ne connaît que les cas particuliers et les détails de l'intérêt pratique ou de la curiosité anecdotique... Elle exclut tout intérêt formel. Le retour réflexif sur l'action elle même, lorsqu'il survient, reste subordonné à la poursuite du résultat et à la recherche (qui ne se perçoit pas nécessairement comme telle) de la maximisation du rendement de l'effort dépensé".

Se placer dans une problématique pratique, c'est donc essentiellement contrôler ses rapports spatiaux de manière empirique et contingente.

Les situations correspondantes sont des situations d'action et de communication, résolues par les moyens les plus économiques en conceptualisation. L'action, dont le résultat est immédiatement visible et évalué de façon continue, constitue le principal régulateur de la mise au point de la solution des situations correspondantes : si la solution n'est pas satisfaisante, le sujet va l'ajuster à la solution attendue par une suite de correction immédiates, sans se soucier de corriger la méthode utilisée initialement pour l'obtenir.

Dans cette problématique, le problème du triangle aplati a une réponse logique : oui, il existe indubitablement un tel triangle, il en existe même plusieurs.

Problématique de la géométrie

La pratique de référence est celle de la géométrie des mathématiciens, et se caractérise depuis les grecs par un certain type de problèmes et de solutions dont nous allons tenter de décrire quelques uns des principaux caractères.

Se placer dans une problématique géométrique c'est entrer dans un rapport entre mathématiciens, établi sur la base de déclarations concernant un espace conceptualisé, et contrôlées par la consistance (au sens de non-contradiction) de l'ensemble de ce qui est déclaré sur lui.

Ce rapport peut-être intériorisé ou effectif. Le rapport est effectif lorsqu'il y a un débat scientifique réel sur les productions. Entre ces moments de débat effectif, le producteur de mathématiques débat avec une communauté intériorisée, et il peut le faire car les règles de débat sont bien connues.

Le second type de réponse au problème du triangle aplati est bien évidemment la seule logique dans le cadre de cette problématique : "non il ne peut pas exister un tel triangle". Les essais de justifications relèvent bien du souci de non contradiction des déclarations sur l'espace. Les réponses rapportées n'ont évidemment pas poussé la logique jusqu'au bout : la démonstration.

Problématique de modélisation

Nous faisons ici référence aux pratiques de modélisation de l'espace, et particulièrement pour notre propos, aux modélisations par la géométrie ou par des représentations spatiales matérialisées.

L'espace de référence dont il est question est bien l'espace sensible, comme dans la problématique pratique. Un autre point commun avec la problématique pratique, est que la solution doit pouvoir être validée dans l'espace sensible.

Par contre, la démarche de résolution par modélisation n'a plus rien à voir avec la démarche que nous avons appelée pratique car la solution d'un problème par modélisation doit être construite complètement dans le système symbolique du modèle selon la dynamique de ce système.

Cette démarche établit un certain rapport entre deux mondes : le monde sensible et un modèle, système symbolique doté de règles internes qui permettent de constituer, à partir des objets initiaux et de relations initiales, de nouveaux objets et de nouvelles relations valides. Un certain nombre de relations (initiales) dans le modèle sont signifiantes de relations de l'espace sensible et leur permettent de représenter le problème dans l'espace par un problème dans le modèle. A partir de ces relations, et du système de règles de production internes au modèle, la solution est construite dans le modèle. L'interprétation dans l'espace sensible de la solution ainsi construite dans le modèle permet la validation pragmatique de l'ensemble de la démarche.

Nous nommons spatio-géométrie la modélisation de l'espace par des connaissances issues du savoir géométrique, et analogue la modélisation d'un espace par un autre : schéma, croquis, dessins, plans, etc.. Cette différenciation ne relève pas de la problématique mais du niveau de formalisation du modèle auquel le processus de modélisation sera porté, selon la complexité des connaissances géométriques intervenant et le niveau d'enseignement.

Dans le problème du triangle aplati, nous faisons l'hypothèse que si les élèves étaient formés à modéliser l'espace, ils interrogeraient le fait d'obtenir des réponses apparemment contradictoires, ce qui les mènerait à pointer l'effet de l'incertitude des mesures sur les tracés obtenus, et finiraient par conclure ... qu'on ne peut pas décider d'après le tracé, s'il existe ou non un tel triangle.

En effet, si l'on prend en compte la précision des mesures, un triangle ne se distingue vraiment d'un segment que s'il n'est pas trop aplati ; si l'on augmente la précision des tracés, les triangles construits deviennent de plus en plus aplatis.

Donc la réponse logique dans cette problématique est qu'on ne peut pas décider !

Notre analyse permet de comprendre comment ces trois pratiques sont impliquées dans les situations proposées, et pourquoi les situations n'en permettent pas une articulation convenable.

Ces outils nous ont permis de classer les observations rapportées par l'équipe de Lyon et d'en proposer une nouvelle interprétation.

Nous avons retrouvé dans ces observations en particulier le caractère essentiel tant des pratiques a-didactiques de modélisation souligné par l'équipe de Marseille (Chevallard, Mercier, Tonnelle), que la question centrale du contrat didactique dans l'initiation à la géométrie déductive qu'a posée Brousseau depuis déjà 10 ans à l'aide de la situation des médiatrices.

La notion de situation fondamentale associée à un savoir géométrique dans une problématique de modélisation

L'étude des propositions d'enseignements alternatifs basés sur une dévolution aux élèves des moyens d'évaluation de leur travail (Balacheff, Grenier, Lyon), confirme le caractère essentiel de la situation fondamentale :

- 1) Si la situation ne disqualifie pas très clairement la problématique pratique, celle-ci se constitue immanquablement en producteur d'obstacle au travail d'enseignement de la géométrie.
- 2) Si l'on veut jouer sur l'ambiguïté du vocabulaire pour amener les élèves d'une situation comprise par eux comme spatiale (faute de connaître encore le jeu culturel de

la géométrie mathématique) sur une situation géométrique en escamotant voire en disqualifiant toute problématique spatiale, on bute sur un obstacle : une part importante des élèves se fixent dans la logique d'un rapport pratique ou un rapport de modélisation.

Présentation approfondie d'un exemple : L'étude d'un processus d'apprentissage des plans par modélisation

Je vais maintenant illustrer par un exemple, la représentation de l'espace par des plans, un des objets d'apprentissage que nous avons relevé comme absents et cependant essentiels à la scolarité obligatoire. Cette question a été préalablement explorée par G. Galvez à Mexico.

La représentation de l'espace à 3 dimensions par un plan ou une carte peut-elle être considérée comme un véritable objet d'enseignement ? Cet enseignement peut-il permettre aux enfants d'élaborer et/ou d'utiliser des représentations planes de l'espace dans des situations dans lesquelles elles apparaissent comme des outils nécessaires à la résolution de problèmes spatiaux et au cours desquelles ils surmontent l'ensemble des difficultés liées à leur utilisation ? C'est en nous appuyant sur le corpus théorique de la didactique des mathématiques que nous nous proposons de montrer comment des éléments de réponse à ce problème peuvent être apportés.

Recherche de situation fondamentale

Pour déterminer cette ou ces situations fondamentales, il nous faut rechercher parmi les problèmes spécifiques du savoir visé, celui ou ceux susceptibles d'être organisés par l'enseignant pour devenir les supports de la construction des connaissances par les élèves eux-mêmes.

Cette recherche se fait en repérant d'abord les pratiques de référence spécifiques à la connaissance visée : la production et l'utilisation de plans.

Pratiques de référence

Une analyse un peu systématique des pratiques de référence montre que l'on peut les rassembler en 3 catégories de situations fondamentales :

- celles où les plans ou cartes sont, pour un sujet, des supports à l'exploration et à la mise en mémoire des connaissances concernant un espace nouveau ;

En général, la personne a recours à un plan déjà établi, mais en l'absence de disponibilité d'un tel plan, elle peut aussi être contrainte à fabriquer son propre plan à partir de ses explorations de l'espace concerné. La carte ou le plan favorisent une intégration des connaissances obtenues par des explorations partielles, le plus souvent finalisées : Où suis-je ? Comment rejoindre tel lieu ?²

- celles où les cartes ou plans constituent, pour une personne qui doit se déplacer dans un espace, inconnu pour elle, un des moyens³ les plus efficaces pour saisir les informations nécessaires à la détermination de son itinéraire. Ce plan est soit fourni par la société, soit par un interlocuteur connaissant bien la région. Le macro-espace concerné peut correspondre à une grande zone, urbaine, maritime ou rurale, ou à un bâtiment suffisamment vaste et complexe pour que le déplacement à l'intérieur suppose le même type de représentation globale reliant les visions partielles et successives que le sujet a de l'espace pour récupérer la continuité de l'espace parcouru. Le papyrus de Turin représente ainsi un itinéraire pour retrouver l'entrée d'une mine dans le Sinaï, à l'époque ramesside ;

² Un étude détaillée sur ce sujet a été réalisée par PAILHOUS (1970), s'appuyant sur l'analyse des problèmes de représentation spatiale rencontrés par les chauffeurs de taxi.

³ Ce moyen vient en complément ou se substitue à l'échange à l'aide du langage spatial. Un des objectifs du travail de G.Galvez était la prise en charge scolaire de l'apprentissage de ce langage mal maîtrisé, par une grande partie de la population.

- celles où les cartes ou plans sont nécessaires pour communiquer ou déterminer une localisation précise où une action technique d'aménagement de l'espace doit être entreprise : implantation d'une maison, d'une autoroute, etc., des informations beaucoup plus précises doivent être fournies rendant possibles des mesurages. Les plans à l'échelle répondent à ces exigences.

(Remarquons que nous excluons du champ de cette étude toute représentation tendant à rendre compte des 3 dimensions de l'espace comme le dessin en perspective ou le système de vues).

Caractéristique commune à ces trois types de situations : La maîtrise de l'orientation⁴ et du codage

Faire appel à un plan enrichit la situation spatiale, sous réserve de pouvoir mettre en rapport le plan et l'espace réel. Ceci pose à la fois des problèmes d'orientation, et de décodage dans l'espace environnant de certains des éléments représentés sur le plan. Les travaux de Rachedi montrent que les élèves de LEP surmontent bien les problèmes de codage, tandis que les problèmes d'orientation arrêtent un bon nombre. Weil-Fassima montre que les problèmes d'orientation bloquent encore des adultes dans les populations en formation dite de bas niveau de qualification.

Nous nous sommes donc attachés à ces problèmes d'orientation, et ce dans un macro-espace urbain.

Etude des problèmes d'orientation dans une ville inconnue

Nous allons examiner le cas d'un quidam qui cherche à se déplacer dans un tel lieu.

⁴ Pour étudier cette question, nous nous sommes inspirés des réalisations didactiques de G. Galvez et de Brousseau (1983).

La structure des déplacements dans une ville peut être modélisée par un graphe où les noeuds représentent les croisements (et les places), et les chemins, les voies ouvertes à la circulation.

Il est seul, et sans plan

Notre quidam doit, à chaque décision, coordonner 2 systèmes de références : celui de la ville et le sien propre dans la ville (telle qu'il se représente dans cette ville).

Il demande de l'aide à un autochtone

Pour interpréter les informations fournies, ce sont 3 systèmes de référence que notre quidam devra coordonner : il faut tenir compte du système de référence de l'autochtone dans la ville.

Il est seul, mais dispose d'un plan

Ce sont 4 systèmes de référence qui demandent coordination : celui de la ville, celui du plan, celui du quidam dans la ville et celui du quidam dans le plan.

Il est perdu, a un plan, et demande de l'aide

Ce sont 6 systèmes de référence qu'il faut coordonner : aux précédents, il faut ajouter ceux de l'autochtone, dans la ville et dans le plan.

Mode de fonctionnement de ces connaissances

Les connaissances nécessaires à la coordination en actes des systèmes de référence n'ont pas besoin d'être formulées dans un langage théorique, qui serait à ce niveau inaccessible et donc inutile.

La nécessité de fonctionnement de ces connaissances relève des modèles d'action, et par conséquent du seul mode procédural.

La coordination va faire intervenir localement la superposition implicite des directions de repères, personnel, plan, ville,

ainsi que la reconnaissance de la correspondance entre éléments du plan et de la ville nécessaires pour effectuer cette orientation et déterminer la voie à suivre.

Pour que ces connaissances soient effectivement élaborées par les élèves, il faut organiser une interaction a-didactique suffisamment dense entre la situation et les élèves.

Situation fondamentale des questions d'orientation dans le macro-espace urbain

Explorer une ville inconnue pour guider un voyageur de tout lieu de cette ville vers tout autre lieu.

Variables didactiques :

L'explorateur et le voyageur sont ou non la même personne.

Moyens de communication entre l'explorateur et le voyageur.

La taille de l'espace.

Situations d'enseignement

Il est nécessaire de limiter les sorties de l'école, en particulier les situations d'interaction effectives et a-didactiques avec l'espace qui ne peuvent être réalisées hors de l'école.

Une simulation des rapports macro-spatiaux est donc indispensable. Il faut en conserver le plus de caractères spécifiques :

- * rapports spatiaux qui nécessitent des recollements de représentations partielles ;
- * l'espace doit comporter des parties inconnues ou mal connues ;
- * l'espace doit être aussi indifférencié que possible ;
- * la représentation analogique doit être support de la communication effective d'informations sur des lieux.

Réalisations en classe

1) Nous avons traduit en détail, dans la partie D de notre thèse, les situations élaborées par G. Galvez à Mexico, principalement en CM.

2) Nous avons approfondi la question au niveau du CE₂, et pour cela élaboré un processus expérimental, dont je vais vous présenter quelques éléments et quelques résultats.

Fabrication de plan

C'est la situation des "formes de couleur".

Dispositif matériel

* Une pièce, autre que la classe, dans laquelle on peut laisser d'un jour à l'autre une table fixe sans déplacer les objets qui sont posés dessus.

* Sur cette table, sont disposées un certain nombre de boîtes d'allumettes identiques (fig2).

* Un ensemble de petits blocs logiques tous différents, de même cardinal que celui des boîtes; les enfants savent représenter facilement ces objets.

* Des feuilles de papier à la disposition des élèves.

Le jeu

Un jour, le maître place un bloc logique dans chaque boîte, devant les enfants. Il les avertit que le lendemain, les boîtes étant fermées, il interrogera chaque élève de la manière suivante : Il lui montrera successivement 3 boîtes parmi toutes celles-ci ; l'élève devra dire pour chacune quel objet est dedans. Après chaque réponse, le maître ouvrira la boîte et montrera son contenu. Auront gagné les élèves qui auront eu juste pour les trois boîtes.

Le maître les avertit que pendant un certain temps les boîtes resteront ouvertes et qu'ils pourront, par groupes de 4, venir dans la salle pendant un petit moment pour y faire ce qu'ils pensent nécessaire pour gagner. Ce même jeu est repris plusieurs fois sans changer la disposition des boîtes mais en en modifiant les objets contenus.

Situation d'action

L'élève (explorateur) est placé à l'une des quatre positions disponibles de la table, il peut se déplacer, mais sans feuille de papier, et doit revenir pour écrire.

Le lendemain, lorsqu'il doit trouver l'objet situé dans les boîtes désignées, il est placé d'office à une place différente de celle qu'il avait pour explorer. Les questions de position ne sont pas formulées par le maître, elles n'apparaissent qu'implicitement au moment de la désignation de la place de l'élève par le maître.

Résultats : 2 séances, à la deuxième, la moitié des enfants ont gagné, alors que 6 seulement avaient pris des repères externes.

Situation de communication

Un émetteur doit faire un plan pour que le récepteur, qui n'a jamais vu le contenu des boîtes, puisse répondre (implicitement, à partir de n'importe quelle position).

Résultats : 3 séances par groupes de 2. Dès la deuxième séance, 12 groupes sur 13 font figurer des repères exocentrés et presque tous sont capables d'orienter le plan et de le lire dès qu'ils connaissent la position d'un objet. 3 enfants échouent à la dernière séance.

Utilisation de plans d'architecte

c'est la situation des "portes".

Objectifs

Ils sont de deux ordres :

- culturel : Savoir lire un plan d'architecte simplifié présentant quelques-unes des caractéristiques essentielles comme la réduction de 3 à 2 dimensions, le code de représentation des murs et des portes, la conservation des proportions ;
- spatial : expérimenter la nécessité de la prise de repères et de l'orientation du plan pour une utilisation efficace.

Description sommaire de l'activité

Le maître présente un plan simplifié de l'école maternelle (fig3) et les quelques codes nécessaires à sa compréhension (les doubles traits des murs, les zones délimitées par les murs, la représentation des portes), ainsi qu'un repère facile : la salle de jeu sur le plan de laquelle a été collée une gommette.

Puis les élèves sont répartis en groupes de 4. Deux d'entre eux sont émetteurs, deux sont récepteurs. L'activité se déroule groupe après groupe.

Les émetteurs partent les premiers avec un plan et quatre enveloppes, qu'ils doivent coller sur 4 des portes intérieures de l'école. Ils désignent chaque enveloppe par une lettre écrite sur un papier qu'ils cachent dans l'enveloppe et doivent désigner l'emplacement de cette dernière sur le plan.

Ils donnent leur plan aux récepteurs (avec lesquels ils se sont concertés pendant 5 mn avant de partir) et assistent sans parler aux recherches menées par ces derniers pour retrouver quelle est la lettre cachée dans chaque enveloppe.

Les récepteurs inscrivent cette lettre dessus. Une fois ce travail terminé, les enveloppes sont ouvertes, leur contenu comparé à ce qu'ont écrit les récepteurs.

Pour gagner, il faut l'identité des 2 lettres pour les quatre enveloppes.

En cas d'échec, le maître suscite une discussion avec les enfants pour déterminer qui s'est trompé, des récepteurs ou des émetteurs, et comment il faut utiliser le plan, ceci sur le lieu pour lequel il y a eu échec.

Résultat : le déroulement complet de l'activité pour un groupe a nécessité de 20 à 30 mn. Les discussions dans les groupes ont été très riches en ce qui concerne la mise en correspondance plan-espace. Une discussion générale dans la classe aboutit (difficilement, car la formulation spontanée est rare) à l'énoncé d'un certain nombre de règles pour pouvoir bien utiliser un plan, "il faut faire attention au sens..."

Après un déplacement collectif à l'école maternelle, avec le plan en mains, sans indications du maître quant à son utilisation, a été suivi par la demande de noter sur le plan une fois rentrés en classe 8 lieux énumérés par le maître. Sur 26, 21 n'ont fait aucune erreur, 4 ont fait une ou deux inversions de localisation, 1 s'est montrée incapable d'utiliser le plan.

Résultats un an plus tard : un apprentissage peut et doit se faire.

Les compétences travaillées ne sont pas acquises spontanément par les enfants de 9 ans⁵. Un apprentissage "organisé" leur permet d'être confrontés et de surmonter peu à peu les difficultés inhérentes à la lecture des plans dans le contexte expérimenté.

Notons toutefois que l'apprentissage n'est pas terminé puisque presque la moitié des élèves échouent au test passé un an après.

Le travail fait en CE2 a encore des effets sur les élèves un an après puisqu'ils ont un comportement significativement plus élaboré que ceux de CM2 qui ont un an de plus.

⁵ ni par ceux de 11 ans. Les résultats des CM2 montrent qu'il n'y a pas d'apprentissage spontané de la représentation de l'espace par un plan et que les activités d'enseignement de la géographie qui portent sur ce thème n'ont pas les effets escomptés.

Le comportement des CM2 n'est pas significativement différent de celui des adultes étudiés par Weil-Fassima et Rachedi. L'ingénierie que nous avons expérimentée au CE2 doit encore être adaptée pour pouvoir être pratiquée dans des locaux plus limités, à l'intérieur d'une salle de classe ordinaire.

Conclusions et projets actuels de notre équipe

Les phénomènes que nous avons pointés ne constituent pas pour nous des déterminismes, condamnant toute évolution. Leur prise en compte constitue néanmoins une condition sine qua non pour un changement qui ait une chance de durer et de s'étendre dans le système d'enseignement.

Outre l'importance des questions d'enseignement de l'espace, nos travaux montrent, pour l'enseignement ultérieur de la géométrie (en cela corroborés par ceux d'A. Mercier) comme pour l'enseignement technologique, l'importance d'un enseignement de la géométrie par des situations d'enseignement s'appuyant sur des situations a-didactiques de modélisation d'un espace réel distingué de l'espace des tracés usuels sur la feuille.

Nous pensons que ces différentes recherches vont permettre de poser différemment, faute d'avoir encore les moyens de la résoudre, les questions d'une introduction de la géométrie déductive qui ne se fasse pas au détriment des connaissances spatiales utiles, bien au contraire.

Restent en particulier à approfondir les moyens de mise en oeuvre d'une problématique de modélisation, l'articulation des problématiques (pratique, de modélisation et de la géométrie déductive), l'optimisation des rapports entre situations didactiques et a-didactiques, en particulier la place de l'ostension. C'est l'objet de nos recherches actuelles.

Etudes exploitées

Observations d'un enseignement en classe

Artigue et Robinet (le cercle au CE₂) (1982), Conceptions du cercle chez les enfants de l'école élémentaire, *Recherches en didactique des mathématiques 3.1*, 5-64.

Laborde (communication de figures en 6^{ème}), (1982), *Langue naturelle et écriture symbolique*, Thèse, Université J. Fourier, Grenoble.

Balacheff (la somme des angles d'un triangle en classe de 5^{ème}), (1988) : *Une étude des processus de preuve en mathématique chez les élèves de collège*, thèse Université J. Fourier Grenoble 1, 395-464.

Grenier (la symétrie orthogonale en 6^{ème}), (1988) : *Construction et étude du fonctionnement d'un processus d'enseignement de la symétrie orthogonale en 6^{ème}*, Thèse Université J. Fourier Grenoble.

Arsac, Chapiron, Colonna, Germain, Guichard et Mante (1992), *Initiation au raisonnement déductif au collège*, PU de Lyon (Inégalité triangulaire, rectangle d'Euclide et somme des angles dans un triangle).

Galvez G. (1983), Thèse Université de Mexico, Situations d'apprentissage des plans.

Berthelot et Salin (1992), *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*, Thèse, Ladist, Université de Bordeaux 1.

Repérages (en maternelle), ch. C5.

Processus d'apprentissage des plans (CE₂), ch C9.

Processus d'apprentissage des angles de secteur (CM), ch.C6-C8.

Observations d'élèves hors classe

Berthelot et Salin (Repérage de sommets d'un rectangle, au CM), thèse, ch. C3.

Mercier (soutien à élève en difficulté sur la démonstration en 4^{ème}) (1992), Thèse Ladist, IREM Marseille, La construction didactique de l'élève comme problème didactique, étude annexe.

Bessot et Vurpillot, Espaces graphiques et graphismes d'espace (1993), La pensée Sauvage, (Lectures du dessin technique et de plans de bâtiment).

Résultats de l'enseignement

EVALUATIONS du MINISTERE (CE₂ et CM₂-6^{ème}).

EVALUATIONS APMEP des programmes.

Réflexions épistémologiques

Mercier et Tonnelé, 1992, Autour de l'enseignement de la géométrie au collège, *Petit x n°29*.

Serre, 1993, Les origines de la géométrie, Flammarion.

LES MATHÉMATIQUES, MYTHE OU RÉALITÉ ?

Faire des mathématiques : apprendre une façon de penser le monde ou apprendre un monde déjà pensé ?

Marc Legrand
enseignant-chercheur
Université Joseph Fourier de Grenoble

Avant-propos.

Écoutant avec du recul l'enregistrement de ce que je vous ai dit il y a quelques mois à Aussois et le débat qui a suivi, je mesure mieux, en le transcrivant, pourquoi il est bien normal que certains d'entre vous aient ressenti mon propos comme agressif, se soient sentis un peu enfermés par des jugements de valeurs.

Je vais donc, dans une première partie, essayer de donner un éclairage qui, semble-t-il, a manqué à mon propos initial, lequel sera résumé dans la deuxième partie.

Cet éclairage supplémentaire, qui prend en compte certaines de vos réactions, n'adoucit pas ce propos initial, bien au contraire, puisque, sur un registre différent, il en développe les idées principales, il peut donc choquer ou déranger encore plus, j'ai néanmoins pris le risque de l'écrire non par goût de la provocation, mais parce que je crois sincèrement que les idées qui sont soulevées ici sont profondes et doivent absolument être discutées dans notre communauté.

Il m'est donc apparu nécessaire de mieux structurer ces idées afin qu'elles soient le plus possible débattues pour ce qu'elles sont au fond et ne soient pas grevées par des malentendus dus à la forme.

Par contre, je n'ai pas transcrit ici vos interventions, car j'aurais eu peur de déformer la pensée de ceux qui se sont exprimés ou de les engager au delà de ce qu'ils ont voulu dire.

Première partie

Cette première partie pourrait s'intituler : quel droit, quelle légitimité un enseignant-chercheur a-t-il pour interpeller ses collègues sur le fonctionnement de leur profession commune ?

Cette question de légitimité d'un propos tel que celui que je vous ai tenu m'est apparue après coup comme cruciale, car il est vrai qu'au moment où je m'adresse à vous dans ce colloque, nous sommes là unis par notre appartenance à une même profession, mais essentiellement divers par nos visions et nos pratiques de la science et de son enseignement. Or, sur cette diversité tout à fait légitime, j'ai l'air de vouloir imposer une unité de point de vue, abusive aux yeux de certains.

En tant que scientifique par exemple, il est clair que chacun de nous s'est forgé une épistémologie personnelle et possède à juste titre une certaine vision des mathématiques, chacun "sait" ce qu'il aime dans cette activité, ce qu'il vient y chercher, ce qu'il y trouve parfois et aussi ce qu'il n'aime pas, ce à quoi les mathématiques lui ont permis d'échapper, finalement ce qu'il ne voudrait surtout pas voir réapparaître par le truchement de l'enseignement.

Mathématiques et réalité

En particulier, nul n'ignore que les mathématiques comme la poésie peuvent, pour qui les comprend bien, se pratiquer avec beaucoup de profondeur en se souciant fort peu

d'une forme de réalisme et de l'obligation de conformité aux contingences de la vie matérielle, et c'est bien pour cela que certains d'entre nous les aiment tant !

Pour ceux qui s'inscrivent essentiellement dans ce point de vue, mon propos peut alors être ressenti comme une agression contre une forme d'esthétisme, de gratuité de la pensée mathématique à laquelle ils adhèrent fortement et qu'ils essaient de faire partager à leurs élèves.

En effet, je soutiens qu'à partir du moment où nos sociétés démocratiques réclament pour leur bon fonctionnement qu'un grand nombre de citoyens suivent un enseignement scientifique assez poussé, il est nécessaire (pour qu'un tel apprentissage ne devienne pas pervers) que le cours de mathématiques, lieu par excellence d'un apprentissage théorique, soit simultanément un lieu privilégié de confrontation entre théorie et pratique.

Cette thèse, qui pour des raisons opposées, dérange autant le théoricien que le technicien, ne doit pas, pour des raisons dialectiques, être rabattue (comme bon nombre de mathématiciens se complaisent à le faire) sur la proposition démagogique très en vogue d'un enseignement des mathématiques pour tous se réduisant aux seules mathématiques utilitaires, car le plus souvent cette optique utilitariste (qui nie l'importance de développer une pensée abstraite chez l'élève et la quasi impossibilité pour ce dernier d'utiliser des théories qu'il ne comprend pas) aboutit à une démarche diamétralement opposée à celle sur laquelle je désire attirer votre attention.

En effet, à vouloir mettre en avant les seuls résultats et techniques qui sont utilisés pour résoudre des problèmes pratiques, on est obligé de construire un édifice théorique tellement lacunaire qu'aucune rationalité scientifique ne peut s'y développer (ni par le recours à la preuve intellectuelle ni par le recours à la preuve expérimentale). Les résultats que l'on manipule alors en classe ne peuvent plus être présentés que sous forme de recettes à appliquer dans des circonstances déterminées, car les modes de pensée qui permettent de les obtenir et/ou de vérifier

leur adéquation sont trop délicats et coûteux à évoquer pour que l'élève y trouve le moindre éclairage supplémentaire.

Très vite, dans cette conception réductrice de l'enseignement scientifique, on réalise que lorsqu'on ne s'est pas constitué dans la classe une base d'outils conceptuels suffisante, on ne peut plus faire de science, on s'est même contractuellement interdit toute démarche scientifique, laquelle exige en permanence de faire des détours, des retours en arrière, des rapprochements, que l'on ne peut immédiatement justifier comme utilitaires, i.e. on entre au niveau de ce qui est le plus difficile à réaliser avec les élèves (faire le lien entre plusieurs aspects apparemment distincts, comprendre le pourquoi du résultat) en conflit ouvert avec la philosophie déclarée de ce projet d'enseignement : aller toujours le plus directement possible au résultat.

Si donc on convient pour la suite de notre propos de dépasser le côté polémique qui interdit de se comprendre sur le fond, la thèse que je défends ici est celle de la nécessité dans l'enseignement général de multiplier les confrontations entre théories et réalités matérielles pour permettre notamment à nos interlocuteurs culturellement éloignés de se faire la preuve que la théorie est un moyen de mieux penser, comprendre, maîtriser des réalités qui les touchent directement.

Cette confrontation est pour eux un préalable nécessaire pour que les mathématiques que nous pratiquons puissent devenir pour eux aussi un objet de pensée culturellement valide et intéressant en soi.

Enseignement et éducation

Mais cette nécessité de confronter les mathématiques aux autres réalités n'est pas le seul point de vue que j'ai soutenu avec véhémence, qui puisse déranger une certaine vision de l'enseignement de notre discipline; il est une autre thèse qui la corrobore et qui s'est retrouvée en filigrane de toute mon intervention, c'est celle de notre responsabilité de professeurs scientifiques vis-à-vis de l'image que nous donnons de la science, vis-

à-vis du type de société que nous contribuons à construire et vis-à-vis des possibilités d'insertion dans la société que nous contribuons à donner à nos élèves par nos enseignements.

Je me suis permis de soulever ce problème avec vous, car on peut gager qu'en tant que professeurs, bien qu'ayant des conceptions et des pratiques pédagogiques fort différentes, nous étions néanmoins réunis dans ce colloque par un même désir : faire en sorte que le plus grand nombre possible de nos "élèves" (jeunes et moins jeunes) "réussissent".

Il est probable aussi que si nous pratiquons effectivement ce métier d'enseignant, nous nous trouvons régulièrement en butte aux mêmes énormes difficultés : tous nos élèves, tant s'en faut, ne souhaitent pas véritablement apprendre ce que nous leur enseignons, beaucoup trop ne voient pas ce que nous voulons faire, ne comprennent pas l'essentiel de ce que nous leur disons, ne trouvent nulle part les motivations nécessaires pour consentir l'effort intellectuel sans lequel aucune compréhension n'est possible et, reconnaissons-le, nous sommes le plus souvent assez également démunis devant cet échec qui nous fait souffrir et qui nous mine.

Nous sommes le plus souvent démunis devant cet échec, car au delà de ce que nous pouvons améliorer personnellement en élevant notre niveau de compétences épistémologiques et didactiques et par une plus grande implication pédagogique, nos efforts trouvent toujours leurs limites et cela nous conduit peu à peu à nous considérer comme des éléments "infinitésimaux" d'un système très complexe où trop de paramètres sont hors de notre pouvoir pour que nous puissions échapper à un certain déterminisme de la médiocrité ou de l'échec scolaire.

Beaucoup de paramètres nous échappent certes, mais il en est un, celui de la finalité de nos actions qui me paraît déterminant dans l'acte d'enseignement, et ce paramètre-là, je prétends que dans le respect des lois et des

règlements, il nous appartient en propre pour l'essentiel.

Je me suis donc permis de lever un interdit en reposant la question cruciale qui nous obsédait en 1968 et que nous avons progressivement éludée depuis : quel est, en cette fin de millénaire, le rôle d'un professeur de sciences dans un pays démocratique évolué comme le nôtre ?

Cette question, nous (les intellectuels) l'avons progressivement étouffée comme si c'était une mauvaise question, comme si elle devenait impudique face à une crise économique durable et à la montée vertigineuse du chômage (chômage d'autant plus insupportable à regarder en face pour nous, professeurs scientifiques, que d'un côté nous en sommes épargnés par notre statut, et que de l'autre, il se présente en partie comme une conséquence de ce qui nous servait jusqu'ici de paravent éthique : "le progrès scientifique" !)

De façon plus précise, cette question recouvre les interrogations suivantes :

- sommes-nous là pour enseigner une démarche scientifique avec tout ce que cela comporte d'exigences au niveau de la recherche de la vérité, ou sommes-nous là pour adapter nos élèves à une organisation sociale où la référence scientifique domine, mais où les pratiques scientifiques elles-mêmes, quand il s'agit de prendre des décisions, en particulier les méthodes de travail pour tenter de démêler le vrai du faux, sont le plus souvent ignorées, voire bafouées ?

- sommes-nous là (spécialement en mathématiques) pour sélectionner une "élite" jugée suffisamment indispensable à l'intérêt du pays pour qu'on lui sacrifie la transmission d'une culture mieux adaptée à la grande majorité (majorité qui par ce choix se définit de façon négative comme constituée de ceux qui ne peuvent comprendre, apprendre et réciter à la vitesse des autres).

Devons-nous, pour réaliser ces deux objectifs, accepter de prendre le risque que la pensée scientifique soit dans son essence même dévoyée auprès de tous ?

- dévoyée auprès des sélectionnés, car dans une optique de classement, bon nombre d'entre eux ne voient la science que comme un faire-valoir scolaire et s'en désintéressent tout naturellement dès qu'elle ne joue plus ce rôle (exemple des Polytechniciens)

- dévoyée auprès de la "masse", qui toujours contrainte à "penser" plus vite qu'elle ne le peut raisonnablement, se trouve condamnée à n'attraper de la science que ses techniques les plus stéréotypées (inutilisables en dehors des cas d'école) et non ses concepts et ses modes de pensée (qui, eux, ont vocation à donner des idées et des méthodes de travail en dehors précisément de ces cas d'école).

A mon sens, dans l'école d'aujourd'hui, ce qui distingue pour l'essentiel les "très bons" des moyens et des "mauvais", c'est que les premiers disposent des moyens culturels et intellectuels, et d'une forme de docilité qui leur permettent d'être souvent en phase (sur le plan algorithmique, mais aussi à un niveau non totalement superficiel sur le plan conceptuel) avec le professeur, alors que les autres, lorsqu'ils pensent par eux-mêmes, se retrouvent bientôt sur une autre planète (ils deviennent vite très "mauvais" et sont le plus souvent exclus), et lorsqu'ils suivent la pensée du maître, n'en comprennent que le mot à mot et non le sens global.

Au niveau conceptuel, le plus souvent ces élèves moyens ne commencent à entrevoir suffisamment de quoi il s'agit pour s'autoriser à penser à la première personne et à exploiter leurs idées personnelles dans les applications techniques qu'au moment où l'apprentissage de la notion prend officiellement fin; comme à ce moment-là (un contrôle montrant que les élèves savent apparemment) on passe à un autre chapitre, tout le monde va éviter les retours en arrière nécessaires pour lever les doutes et rectifier les contresens qui demeurent.

Comme le professeur doit avancer (puisque certains ont montré qu'ils savaient), et que l'élève qui ignore encore n'a plus le droit de le montrer (puisque'il a été contrôlé sur ce savoir), ces élèves "normaux" ne peuvent donc

jamais comprendre. Ils acquièrent ainsi - par impossibilité de se faire la preuve du contraire - la conviction qu'ils "perdent leur temps" quand ils cherchent à approfondir.

En tout cas s'ils veulent "être bons", ils savent qu'ils ne doivent pas s'entêter à vouloir comprendre le fond des choses (à un certain niveau, plus on réfléchit, moins on peut agir).

Dans ce système, les élèves curieux, imaginatifs, ayant des idées originales, qui sont le plus souvent un peu lents et têtus, doivent donc soit se marginaliser, soit pour survivre honorablement, trouver des trucs qui leur permettent d'être artificiellement en phase avec le professeur.

Le plus souvent donc, nos élèves sont persuadés (de très nombreuses discussions menées ces dernières années hors du cadre scolaire, avec des groupes d'élèves et d'étudiants, m'ont montré que c'est une véritable religion que nos pratiques pédagogiques leur inculquent) que pour réussir en sciences à l'école, il faut plus ou moins s'interdire de vouloir comprendre les notions sur le fond.

La majorité des élèves qui "réussissent" dans nos classes scientifiques se disent par suite que leur travail d'élève scientifique est essentiellement de repérer, dès leur apparition, les formules et les techniques passe-partout et de les répéter suffisamment souvent avant le contrôle pour être opérationnels le jour de l'épreuve.

Ces contrôles marquant pour eux la fin de l'apprentissage d'une notion, ils feront alors pression sur le professeur pour qu'il n'y revienne plus, c'est-à-dire qu'ils feront tout pour que l'apprentissage scolaire ne donne pas naissance à un savoir scientifique (et finalement un savoir tout court, i.e. une forme de pensée utilisable en toutes circonstances, y compris dans la vie professionnelle).

En fait, pour que l'élève apprenne du scientifique à l'école, il faudrait que la classe dans son ensemble considère que les contrôles, qui sont nécessaires pour savoir où on en est, indiquent seulement si oui ou non on est bien entré dans le sujet, si on parle tous à peu près de la même chose, et dans le cas positif, s'il va être possible maintenant de faire jouer

dans la classe à ces nouveaux objets de savoir leur véritable rôle d'objets scientifiques : on va pouvoir, maintenant qu'on a dépassé les balbutiements de l'introduction, faire interagir ces connaissances nouvelles avec d'autres objets à chaque fois que l'occasion se présentera pour approfondir ces objets de pensée, voir davantage ce dont ils nous rendent capables : résoudre de nouveaux problèmes ou construire de nouveaux objets.

Mais pour qu'un tel dispositif marche dans une classe, il faudrait que chacun (professeur, élèves, parents etc.) désire que cette mise à l'épreuve de ce qu'on croit connaître soit une épreuve de vérité de ce que l'on sait effectivement; cela veut dire qu'à chaque fois qu'apparaîtraient de nouvelles incompréhensions, que reviendraient certaines erreurs et qu'on parviendrait à les identifier et à les analyser, on ne le verrait pas comme un échec de l'enseignement, on ne se sentirait pas coupable, on n'accuserait pas les autres de manque de travail, d'intelligence ou de réflexion, mais on se considérerait comme au cœur d'un apprentissage réellement scientifique.

Si, arrêtant de rêver, on regarde à nouveau ce qui se produit le plus fréquemment à tous niveaux dans l'enseignement scientifique, on risque de constater que celui-ci ne remplit pas son rôle d'initiation à des démarches de pensée permettant à la majorité des élèves de tirer un réel profit de l'héritage scientifique.

Si on convient de cela, la question cruciale et dérangeante est alors la suivante : est-ce déontologiquement acceptable de faire perdurer un système d'enseignement si peu adapté aux problèmes du monde contemporain ?

Science, enseignement, éthique et démocratie

La question précédente rebondit sur cette autre : Aujourd'hui, qui a autorité, qui a légitimité pour dire ce qu'il faut faire en matière d'enseignement ?

Face à la diversité de nos points de vue sur la science et sur l'enseignement, et partant de l'ambiguïté totale de notre rôle dans la société, je me suis alors permis au cours de la conférence de soutenir la thèse qu'en tant qu'enseignants scientifiques, il nous faut refuser cette position (humble et confortable, mais non conforme à notre dignité d'hommes) de quantité infinitésimale dans un système très vaste et très complexe; il nous faut nous donner un pouvoir et une responsabilité sur la transformation nécessaire du système que nous constituons.

Pour cela, il nous faut donc d'une part nous doter des compétences épistémologiques et didactiques qui légitiment notre autorité en tant qu'enseignants scientifiques (thèse qui a été largement développée par Philippe Perrenoud dans sa conférence le lendemain) et il nous faut aussi, non pas travestir la science telle que nous la comprenons, afin que tous réussissent sans véritablement apprendre (comme y conduisent des slogans du type 80% d'une classe d'âge au niveau du bac, non accompagnés d'une volonté politique pour que cela garde sens au niveau des apprentissages), mais par contre accepter de prendre en compte des problématiques, des visions scientifiques, une vitesse de pensée, des niveaux de rigueur qui ne sont pas forcément les nôtres, afin que le plus grand nombre possible de nos élèves ou de nos étudiants, dès lors qu'ils participent à un enseignement scientifique, puissent y pratiquer une véritable activité scientifique.

Il me semble que faire faire à nos élèves des choses assez sophistiquées, justes par seule imitation, sans qu'ils aient à comprendre véritablement le pourquoi, le comment et les limites de ce qu'ils entreprennent (parce qu'ils sont totalement guidés par le contexte), est à l'opposé d'une démarche scientifique, alors qu'échafauder des solutions par des constructions maladroites et erratiques, mais qui gardent sens parce qu'elles demeurent suffisamment proches de leurs intuitions, est bien au cœur du projet scientifique.

De mon point de vue, c'est en ce sens que nos sociétés évoluées nécessitent une culture scientifique comme ciment de la vie démocratique.

Sachant que (excepté lorsque nous enseignons en fin de deuxième cycle du supérieur ou en troisième cycle) la plupart de nos interlocuteurs ne se serviront pratiquement jamais directement dans leur vie sociale ou professionnelle de plus de 90% de nos définitions, théorèmes, techniques et algorithmes, ma proposition est de mettre l'essentiel de nos énergies sur l'apprentissage de savoirs qui leur seront très probablement utiles, quoiqu'il arrive, et non sur ceux qui risquent fort de se désagréger rapidement avec l'oubli.

Réduisons donc l'importance exorbitante donnée actuellement à ces connaissances "récitables" mais non intériorisées, et travaillons avec nos élèves ces modes de pensée non "naturels", ces méthodes de raisonnement sophistiquées, mais appréhendables par l'élève lorsqu'il peut les éprouver lui-même dans l'action (pour se persuader que ce qu'il souhaiterait être vrai l'est effectivement ou au contraire ne l'est pas).

Donnons-nous le temps de vivre des situations où la philosophie de la science se montre particulièrement pertinente, des situations dans lesquelles on se rend compte progressivement que l'on obtient difficilement de bonnes explications et des certitudes si on veut trop rester à un niveau concret très particulier, des situations où pour comprendre, il faut s'engager dans un double mouvement à la fois généralisateur et réducteur, des situations où pour résoudre un problème concret d'apparence simple et pour tirer une leçon de ce que l'on a fait, il faut accepter de théoriser ses pratiques, inventer un modèle, faire des hypothèses, définir ce dont on parle, poser des règles pour pouvoir déterminer avec certitude les interactions entre les objets du modèle.

Et finalement, pour que cet apprentissage scientifique ne conduise pas au dogmatisme, il nous faut aussi prendre le temps de vivre des situations où l'on peut facilement constater que lorsqu'on a fait tout un travail

théorique et qu'il nous a fortement éclairé sur les raisons des choses, on n'a pas pour autant l'arme absolue, l'outil universel. Il faut donc que chacun puisse expérimenter concrètement que la théorie peut le conduire à dire n'importe quoi, s'il se permet de plaquer brutalement les résultats d'un modèle sur une réalité qui s'en écarte trop.

Doter le plus grand nombre possible d'élèves et d'étudiants de méthodes de travail qui leur permettent de relier rationnellement le général et le particulier, c'est à mon sens l'apport que seule l'école peut effectuer sur l'ensemble des citoyens d'une nation à partir de l'héritage scientifique.

Cet apport culturel irremplaçable est d'autant plus nécessaire aujourd'hui que l'homme doit maintenant, pour pouvoir occuper un emploi, faire la preuve qu'il peut affronter positivement le changement et la complexité.

A cause précisément des immenses progrès de la science et des techniques, l'homme d'aujourd'hui est déjà dessaisi de son travail et le sera chaque jour davantage plus systématiquement, à chaque fois que ce travail est suffisamment répétitif pour être exécutable par une machine.

Or, actuellement, l'essentiel de ce qu'un élève de Terminale ou de premier cycle du Supérieur sait faire sur le plan algorithmique est très nettement en dessous de ce que réalisent des calculateurs électroniques à deux ou trois mille francs; il m'apparaît donc vital que ces étudiants acquièrent ces techniques à un niveau conceptuel et philosophique qui leur en assure le contrôle, qui leur donne la capacité de s'adapter à des situations imprévues, puisque c'est seulement sur ce plan qu'ils pourront manifester une supériorité sur ces machines.

Le professionnalisme du professeur

Demander à un mathématicien, à un physicien ou à un chimiste d'assumer une dimension sociale et philosophique, de s'ouvrir à d'autres épistémologies que celles dans laquelle il baigne naturellement, c'est effectivement beaucoup demander, mais c'est pré-

cisement de mon point de vue ce qui différencie l'enseignement d'aujourd'hui de celui d'il y a quarante ans, ce qui différencie le professeur du chercheur pur, ce qui différencie le professionnel de l'amateur ou de celui qui pratique les mathématiques comme violon d'Ingres.

Cette réalité professionnelle, beaucoup d'enseignants, notamment dans le supérieur, refusent de la prendre en compte en revendiquant une liberté de faire ce qui leur plaît, illégitime de mon point de vue : dans un enseignement de spécialité (par exemple dans un DEA), présenter les choses comme on les comprend est tout à fait légitime, puisqu'alors l'étudiant à qui on s'adresse a normalement trouvé une entrée personnalisée dans la discipline, et c'est précisément une activité très formatrice pour lui à ce niveau de savoir tirer parti d'un point de vue scientifique opposé, voire même très opposé au sien. Par contre, dans un enseignement de masse comme celui du primaire, du secondaire ou du premier cycle du supérieur (et même dans un certain sens de licence) où la majorité des interlocuteurs ne se destinent pas à devenir des chercheurs de cette discipline et où beaucoup s'y instruisent plus par obligation que par choix épistémologique, il n'est pas légitime de mon point de vue pour un professionnel de ne laisser vivre dans son enseignement qu'une seule épistémologie (la sienne), car dès lors il peut être certain qu'il "interdit de compréhension" la majorité de ses interlocuteurs qui, eux, sont probablement dans des épistémologies très éloignées.

Je pense que "jusqu'à son dernier cours", un professeur doit se révolter contre l'incompréhension; sous peine que notre métier ne se dévalorise complètement à nos propres yeux et à ceux de la société, ne devienne dérisoire et insipide, nous ne devons jamais nous accommoder du fait que la majorité de nos élèves ne s'approprient de notre enseignement que son côté superficiel, puissent se contenter de n'apprendre que ce qui est strictement nécessaire pour passer dans l'année suivante (car, dans ces conditions, seule la sélection peut donner de la valeur à ce qui est enseigné).

Liberté et bonheur du professeur

Je comprends bien que ces déclarations soient, sous certains aspects, ressenties comme très irritantes puisqu'elles tendent à brimer notre liberté de professeur et à nous donner mauvaise conscience : elles tendraient à dire que nos comportements égoïstes de professeurs sont en partie responsables de l'échec scolaire et que, trop souvent, nous nous dédouanons hypocritement de cet échec en nous contentant d'une fausse réussite pour un grand nombre de nos élèves ou étudiants.

Je suis conscient également que je me mets, de par mon propos, dans une situation très paradoxale, car je partage moi aussi les résistances exprimées par certains et j'en appelle tous les jours à la liberté du professeur, mais à une liberté à la hauteur de notre responsabilité

En effet, sur ce point crucial, je suis bien d'accord qu'il faut mettre le moins d'entraves possible à la liberté du professeur, car vu la difficulté du métier, je ne crois pas qu'un enseignant puisse faire passer quelque chose d'intéressant dans son cours s'il ne se donne pas le droit d'être lui-même; toutes les connaissances que m'ont apportées les recherches en didactique me persuadent que le plus sûr moyen d'échouer dans ce métier, c'est de se forcer à faire des choses qui vous ennuient profondément et qu'on ne ressent pas.

Mais, tout en reconnaissant cette nécessité de tout faire pour que l'enseignant ne s'ennuie pas dans son propre cours, soit scientifiquement heureux dans son enseignement, je m'interroge sur la nature du jeu auquel nous nous livrons parfois publiquement : avons-nous le droit, en tant que professeur, d'imposer à beaucoup de nos élèves ou de nos étudiants ce supplice de Tantale qui consiste à pratiquer devant eux un jeu "qui leur apparaît comme passionnant et intelligent pour qui est dedans", mais qui leur est "absurde" à eux qui se sentent à l'extérieur ?

Dans notre cours de mathématiques, beaucoup d'élèves ne se trouvent-ils pas projetés dans un monde où ils ne peuvent faire que

de la figuration ? (ils connaissent des mots, mais pas leur sens, ils connaissent en principe les règles du jeu, mais ils n'en ont pas compris la philosophie.)

Ne devons-nous pas, si nous choisissons ce métier d'enseignant, accepter de vivre une grande part de notre temps dans nos classes ou nos amphis dans des mondes intermédiaires qui ne sont ni exactement les nôtres, ni exactement ceux de nos interlocuteurs, mais plutôt des lieux de transaction dans lesquels se négocie progressivement le bien-fondé de passer d'une rationalité de la contingence (celle de la vie quotidienne) à une rationalité de la nécessité (celle de la vie scientifique) ?

Le contrat scolaire classique permet de faire l'économie d'une telle négociation, puisque le vrai jeu de l'école n'est ni celui de la science ni celui de la vie ordinaire, c'est celui de l'examen.

Il existe de réelles possibilités de changement

Si je me permets de soulever ces questions avec tant d'insistance, c'est pour deux raisons principales :

- d'une part, comme je viens de le développer, vu l'évolution des compétences nécessaires pour exercer un emploi et vu la démocratisation de l'enseignement, si nous ne changeons pas assez radicalement nos formes d'enseignement, nous démissionnons de notre responsabilité de construire une école au service de tout citoyen, et de plus nous plaçons consciemment ou non une grande part de nos élèves dans une situation psychologiquement insupportable;

- d'autre part, s'il existe des possibilités réelles de faire autrement, nous ne pouvons refuser de changer, en nous abritant sur le plan déontologique derrière le fait qu'on n'y peut rien, ou qu'en agissant ainsi nous ne faisons que reproduire ce qui s'est toujours fait et ce qui continue à se faire pratiquement partout.

J'affirme qu'on peut faire autrement, car les recherches en didactique auxquelles je par-

ticipe depuis une quinzaine d'années dans le secondaire comme dans le supérieur amènent la preuve empirique qu'il est possible (certes à un "prix" très supérieur) de faire tout autrement.

Il est bien certain que si cet "autrement" doit en fin de compte, au niveau des résultats obtenus, nous laisser sur des insatisfactions du même ordre que celles qu'on connaît habituellement, le prix du changement est prohibitif; si, par contre, cela permet (comme nous le constatons maintenant sur un grand nombre de cohortes d'élèves ou d'étudiants) de réussir précisément là où l'on échoue durablement par des méthodes plus classiques, le surplus d'énergie et de compétences nécessaires se trouve ramené à la mesure de la transformation sociale indispensable.

Et si alors nous reprenons le thème de la liberté du professeur et du bonheur qu'il devrait pouvoir éprouver en enseignant, je prétends qu'il est possible de se sentir très libre en acceptant de travailler sur des modes de pensée qui ne sont pas les nôtres, afin de collaborer à la construction d'une rationalité scientifique auprès de personnes qui participent d'une culture qui nous est (devenue) étrangère ; on éprouve alors plus de bonheur à les voir "faire des mathématiques imparfaites" qu'en leur "faisant des mathématiques plus correctes" dont on sait pertinemment que toutes les subtilités leur échappent.

Permettre, par des formes d'enseignement plus problématiques et erratiques, à des interlocuteurs primitivement très éloignés de toute préoccupation scientifique de prendre peu à peu conscience des limites du bon sens, des erreurs qui se glissent tout naturellement derrière les raisonnements spontanés, et cependant ne pas neutraliser leur spontanéité (en les entraînant à exercer à tout moment un contrôle sur leurs raisonnements mutuels, ils prennent à juste titre confiance en leurs idées et en leurs jugements personnels), tout cela est très différent du plaisir que procure le fait d'effectuer un discours magistral écouté, mais cela peut néanmoins devenir extrêmement satisfaisant et enrichissant pour tout scientifique.

Cette satisfaction n'est pas factice pour le professeur dans la mesure où, lorsqu'il se met à travailler dans cette direction, il peut identifier clairement au fil des années le type de progrès didactique qu'il est en train d'effectuer : le jour où il parvient à faire la dévolution à ses élèves d'une véritable responsabilité scientifique, il réalise par les propositions pré-scientifiques qu'ils produisent, que dans un enseignement frontal où la plupart des propositions sont inspirées par le professeur et où celui-ci impose son rythme de pensée (même lorsqu'il a l'impression d'aller très lentement et de tout détailler), l'enseignant ne parvient en fait à partager ses préoccupations réellement scientifiques qu'avec les élèves qui lui ressemblent énormément, ceux qui sont "doués", qui voient les choses comme lui, qui disposent déjà d'une épistémologie bien adaptée (et la démocratisation de l'enseignement aidant, ces élèves-là représentent une population de plus en plus faible, voire inexistante dans une classe ou un amphi ordinaire).

Ainsi, lorsqu'on trouve un dispositif didactique qui permet peu à peu d'élargir le petit cercle des initiés (sans pour autant défavoriser ceux qui marcheraient déjà bien dans un dispositif plus magistral, parce qu'on n'est pas du tout contraint pour cela de faire des mathématiques au rabais, tout au contraire), on (re)découvre dans l'enseignement ces joies profondes que chacun de nous éprouve lorsqu'il se sent réellement acteur d'une activité scientifique, et on les fait découvrir à nos interlocuteurs.

Je milite d'autant plus pour que chacun aille regarder ce qu'il peut tirer de ces autres façons d'enseigner, que je crois que ce qui nous bloque principalement pour faire évoluer nos enseignements, ce n'est pas tant la crainte du travail supplémentaire que la peur de son inutilité : au bout de quelques années d'enseignement, on ne croit pas ou on ne croit plus que l'on puisse se changer (ou changer ses élèves) substantiellement, on ne perçoit pas assez fortement ou on ne perçoit plus les enjeux du changement qu'on pourrait provoquer.

Ce qui m'a personnellement poussé à chercher dans d'autres directions, c'est d'abord que contrairement à la majorité des professeurs de mathématiques, je n'ai pas toujours été à l'école un bon élève en mathématiques : jusqu'en classe de seconde, à part de courts moments comme celui, par exemple, de l'introduction à la géométrie où le maître faisait un peu d'épistémologie explicite, je ne voyais pas trop le jeu qu'on jouait en cours de mathématiques où l'on appliquait des règles et où on effectuait des calculs sans fondements pour moi et sans buts apparents.

J'y ai alors ressenti quel lieu d'enfermement, de honte, de rejet et de mépris représente le cours de sciences, et de mathématiques en particulier, pour celui qui ne comprend pas les choses comme le professeur et qui le fait savoir ; j'ai vu de près quel danger d'anéantissement psychique ou de marginalisation par la révolte, et finalement quel risque d'exclusion sociale court celui qui, dans ces conditions, ne se résoud pas facilement à la docilité scolaire.

J'ai dû chercher dans d'autres directions ensuite, car cette expérience cruciale ne suffisait pas pour me donner de bonnes solutions, i.e. devenu par privilège professeur de mathématiques (privilège en ce sens que fils de professeur, j'ai bénéficié d'un environnement socio-culturel très favorable sans lequel j'aurais certainement été "évacué" du système vers 13 -14 ans et peut-être même bien avant), je me suis empressé, malgré mon désir de faire autrement, de reproduire en tant que professeur le modèle que j'avais tant critiqué en tant qu'élève ou étudiant.

Je l'ai reproduit non pas par mauvaise volonté, mais parce que tout en ayant maintes fois constaté (comme élève ou comme professeur) que, quelle que soit la bonne volonté des partenaires de la relation didactique, "l'explication du prof" n'est pas comprise par l'élève si ce dernier n'est pas prêt à la recevoir (et à un certain stade la sur-explication ne fait qu'envenimer les choses), je restais néanmoins persuadé que "s'il s'y prenait bien" (utilisation de situations introductives attrayantes, d'images et de métaphores parlantes, d'applications spectaculaires, de

commentaires de nature épistémologique, etc.) le professeur devait toujours pouvoir expliquer, se faire comprendre, se mettre sur la longueur d'onde de l'élève (à moins, bien sûr, que ce dernier ne refuse d'apprendre).

En tant qu'enseignant donnant beaucoup plus d'explications sur le pourquoi et sur le comment que je n'en avais reçues, j'avais donc le sentiment de ne pas reproduire les pratiques pédagogiques qui m'avaient tant rebuté en tant qu'élève, et cependant je devais constater que si je réussissais très bien avec certains élèves ou étudiants (ceux qui étaient dans une épistémologie proche de la mienne), je n'atteignais que très localement et très superficiellement les autres; par amitié, certains faisaient un effort pour aller dans le sens impulsé, mais pour l'essentiel ils restaient hors des préoccupations scientifiques auxquelles je les invitais, et malgré moi, beaucoup se sentaient plus ou moins niés, péjorés, rejetés dans mes enseignements.

Le nouvel éclairage sur les mathématiques qu'introduisent les recherches en didactique des mathématiques

La participation aux recherches en didactique des mathématiques m'a permis de sortir de ce cercle vicieux où l'on reproduit pour l'essentiel un système que l'on critique tout en croyant néanmoins le changer en profondeur.

Les éléments déterminants de ce déblocage ont été les suivants :

- d'une part, j'ai découvert ce qui est tu dans l'enseignement d'une discipline majeure comme les mathématiques, discipline ancienne ayant pignon sur rue et qui par suite n'a plus besoin de justifier socialement sa validité et sa pertinence.

J'ai donc découvert la multiplicité des épistémologies scientifiques et la fécondité qu'il y avait à les prendre en compte dans leur diversité; du coup j'ai réalisé à quel point il était "infantile" de considérer les mathématiques comme vraies en soi, comme indiscutables et indiscutablement plus pertinentes que d'autres approches, de croire et de pré-

tendre qu'il n'y avait qu'une bonne épistémologie (la sienne) et penser que les autres n'en étaient que des formes plus ou moins dégénérées. Pour caricaturer ma position initiale, je peux dire que le mot épistémologie ne m'était pas nécessaire pour désigner les diverses conceptions philosophiques de la science, puisqu'il n'y en avait qu'une, celle que je connaissais; les autres que je ne comprenais pas, n'étaient pas dignes de porter un nom (outrecuidance du mathématicien pur et dur).

- d'autre part j'ai pu réaliser, à travers différentes théorisations constructivistes inspirées entre autres par les travaux de Bachelard et de Piaget, quelles différences fondamentales il pouvait y avoir entre un savoir scolaire fait "pour la récitation" et un savoir scientifique.

Le premier savoir, non problématisé, peut très bien produire de bons résultats aux examens traditionnels, tout en laissant co-exister des systèmes de pensée contradictoires, constitués de raisonnements erronés qui se taisent quand ils entrent en conflit direct avec le savoir officiel du professeur ou du livre, mais qui reprennent immédiatement le dessus dans l'action, si aucune indication explicite ne les interdit.

Contrairement à ce savoir superficiel qui s'enseigne d'autant plus facilement qu'il évite les contradictions avec d'autres systèmes de pensée, le savoir scientifique doit lutter pour prendre sa place; lorsqu'il est appris en étant associé à des problématiques consistantes, ce savoir-là finit par changer le regard de l'apprenant sur le monde, car il interagit sur l'ensemble de son système de pensée.

La notion d'obstacle épistémologique

Ce qui, je crois, a changé le plus radicalement mon regard de professeur, c'est la notion d'obstacle épistémologique que j'épinglerai par la boutade : "la bonne explication du professeur n'est toute puissante que lorsque la chose enseignée est mineure".

Ce que toutes mes années d'études et mes premières années d'enseignement m'avaient

souvent laissé entrevoir se trouvait ainsi en grande partie théorisé dans les travaux de didactique, travaux qui de façon complémentaire mettent en exergue ce qu'on pourrait appeler le paradoxe fondamental de l'enseignement :

"Lorsque ce que l'on veut enseigner est vraiment consistant, il est impossible de l'enseigner directement".

En d'autres termes, cette notion d'obstacle épistémologique était révolutionnaire pour moi dans la mesure où elle battait en brèche le postulat fondamental de la toute puissance didactique du professeur (postulat auquel je tenais fortement, bien que toute mon expérience d'élève et de professeur l'ait nié).

En effet, si on reconnaît l'existence d'obstacles épistémologiques, i.e. d'entraves à la compréhension d'un savoir qui ne sont pas dues au seul fait que l'élève n'est pas doué ou ne travaille pas, ou qu'on a mal présenté les choses ou qu'il est difficile d'apprendre du nouveau, mais d'entraves qui sont liées au fait que ce qu'on veut enseigner est "énorme", représente un changement très important de regard sur le monde, va contre tout un système de pensée qui avait une pertinence locale et avait fait ses preuves dans des cas assez simples, on est conduit à faire l'hypothèse que l'explication directe de tout savoir réellement consistant ne sera probablement entendue que par ceux qui ont déjà une problématique idoine, et ne pourra par contre produire que contre-sens ou savoir assez superficiel chez ceux qui seront à l'extérieur de telles problématiques.

Si on "lit" un programme d'enseignement en termes d'obstacles épistémologiques et si on analyse les difficultés que l'on rencontre classiquement pour l'enseigner à un niveau donné, on prend alors assez vite conscience que l'apprentissage des connaissances les plus fondamentales de ce programme est lié au dépassement de quelques obstacles épistémologiques bien repérables.

Le changement de regard sur l'enseignement consiste alors, si nous voulons que nos

élèves sachent vraiment, à ne plus regarder ces obstacles comme des ennuis, des gênes, des "erreurs" qu'il faudrait à tout prix éviter, contourner, escamoter par des acrobaties pédagogiques. Il faut dans ce modèle que l'élève affronte ces obstacles, bute durablement dessus, ne comprenne pas tout de suite, réalise lui aussi qu'il y a là quelque chose de très important et que c'est bien normal qu'il éprouve à cet endroit de véritables difficultés de compréhension.

Il nous faut donc, dans cette vision de l'enseignement, arrêter de tant miser sur les vertus de la bonne explication préalable et des applications immédiates consécutives à l'énonciation de la théorie, pratiques qui rassurent l'élève, lui donnent même l'impression de tout comprendre alors que l'essentiel lui échappe (l'élève qui a ce sentiment ne peut plus affronter l'obstacle), et il nous faut le faire travailler beaucoup plus sur l'entrée dans des problématiques consistantes.

Il nous faut donc assurer la viabilité dans la classe ou dans l'amphi de situations erratiques et conflictuelles (sur un plan cognitif) susceptibles de provoquer à terme un changement de regard de l'élève sur la situation (changement de l'élève ou plus exactement des élèves, et là se situe un problème didactique majeur, car tous ne vont pas changer au même moment et pour les mêmes raisons), une mini-révolution épistémologique du groupe classe, fruit le plus souvent de la traversée collective d'une période d'incertitude et de doute scientifique.

Apparaît alors la nécessité de ne pas combattre de façon frontale et péjorative les épistémologies trop naïves de nos élèves ou de nos étudiants, puisque ce sont elles qui vont engendrer les conflits cognitifs indispensables pour surmonter les obstacles, mais plutôt de travailler explicitement ces épistémologies avec eux pour qu'en restant leurs, elles deviennent peu à peu compatibles avec la complexité des savoirs que l'on voulait leur enseigner.

Partant de ces hypothèses sur l'appropriation des savoirs, mon nouveau métier d'en-

seignant m'est donc apparu davantage comme consistant à ouvrir mes élèves à des problématiques scientifiques, à provoquer chez eux un véritable questionnement scientifique plutôt que de me précipiter à leur enseigner directement des résultats importants (pour moi), mais qui arrivant pour la majorité d'entre eux sur une absence totale de questionnement scientifique, se présentent à beaucoup comme du non-sens, comme des réponses à des non-questions, à des fausses questions, à des questions qu'ils n'ont pas envie de se poser, et ce parce qu'en dehors de la notion de problème d'examen dont l'intérêt est de produire une note, ils ne voient pas vraiment à quels autres types de problèmes intéressants renvoie la théorie développée avec enthousiasme et élégance devant eux !

C'est donc par la confrontation entre théories didactiques et réalité de l'enseignement que se sont progressivement dégagées des possibilités de faire effectivement autrement, i.e de donner à la grande majorité des élèves ou des étudiants le droit de vivre à la première personne leurs apprentissages mathématiques, et ce malgré la diversité de leurs points de vue et les contraintes d'un enseignement "normal".

Je tire donc la conviction à partir des expériences en vraie grandeur que nous menons depuis une quinzaine d'année dans le secondaire et dans le supérieur que, contrairement à ce que j'ai cru autour des années 75, des possibilités de changement énormes sont dans nos mains.

Dans le quotidien de notre métier, nous subissons tous des contraintes externes très importantes, et nous en déduisons que ce sont elles qui nous interdisent tout changement; je suis persuadé maintenant qu'en réalité les blocages majeurs sont dans nos têtes, ce qui rend les conditions du changement à la fois plus accessibles à chacun et plus difficiles aussi, car cela demande une telle révolution dans nos mentalités de professeurs qu'on ne peut s'y engager que si l'on en ressent l'absolue nécessité.

L'obstacle épistémologique majeur de l'enseignement

Avec la dernière affirmation du paragraphe précédent, nous pouvons observer que mon argumentation est en train de "boucler", car nous tombons ici sur un obstacle épistémologique majeur !

En effet, l'invitation au changement que je vous fais sur un mode direct est totalement paradoxale, car si vous ne ressentez pas l'urgence qu'il y a à débloquer nos sociétés, si vous ne vous êtes pas déjà donné mission d'inventer une école où l'on apprendrait à chacun dès le plus jeune âge à partager les éléments profonds d'une même culture, où l'on aborderait de front les difficultés de compréhension de cette culture et où l'on respecterait néanmoins les potentialités et les approches de chacun, vous risquez de regarder mes exhortations avec circonspection, agacement ou condescendance.

Tout naturellement, après avoir convenu qu'il y avait "un peu ou beaucoup de vrai" dans tout ce que je viens de dire, vous penserez qu'il n'y a pas "le feu au lac", que les problèmes d'aujourd'hui ont toujours existé d'une certaine façon, qu'on ne refait pas le monde tous les jours, que tout n'est d'ailleurs pas aussi mauvais que ce que ces prophètes de malheur veulent bien nous dire pour faire de l'audience, que de toutes façons, quoiqu'on le déplore, ceux qui comprennent comprendront toujours si on leur enseigne quelque chose de sérieux, et que malheureusement les autres n'iront jamais bien loin, quelles que soient nos contorsions pédagogiques ; pour ce qui concerne mes allusions aux problèmes de société, vous vous direz qu'il ne faut pas tout mélanger et charger l'école de tous les problèmes du monde, que l'école n'étant qu'à l'image de la société, c'est la société qu'il faut transformer si l'on veut transformer l'école.

Si votre analyse de la situation vous mène à ce point, la boucle sera bouclée, et vous repartirez en sens opposé à celui que je vous suggérais ; en effet, la vapeur ayant été inver-

sée, puisque vous considérerez que la balle du changement n'est plus dans le camp de l'école, vous en viendrez à penser que non seulement il ne faut rien changer soi-même dans l'école, mais que de plus il faut résolument s'opposer à l'influence de ces réformateurs comme Legrand et/ou autres didacticiens qui sèment le désordre et la perturbation par leurs théories théorisantes dans une école qui aurait bien besoin d'un peu de pragmatisme, de bon sens, de calme, de sérieux et de continuité pour pouvoir faire son travail correctement.

En guise de conclusion à cette première partie :

Enfin donc, je ne chercherai pas à vous convaincre davantage par ce type d'arguments généraux, puisque cela ne servirait à rien, bien au contraire; je vous dirai seulement pour conclure que je crois très profondément au réalisme de cette utopie que serait une école qui, à chaque fois qu'elle enseigne un savoir, se donnerait pour mission de le faire dans le respect du savoir et du développement personnel et social de la personne-élève, une école donc qui ne se donnerait plus pour but de sélectionner ceux qui courent plus vite, mais plutôt d'apprendre à vivre positivement ensemble en ne marchant pas tous à la même vitesse (une école qui augmenterait les compétences de chacun et renforcerait les caractères individuels dans une approche sociale de notre culture qui serait plus coopérative que compétitive).

La légitimité de mon propos, c'est finalement vous et vous seuls qui pouvez la donner :

- ou bien mes questions, mes imprécations, mes suggestions vous interpellent et vous aident à cheminer dans une quête de vérités toujours fragiles quand il s'agit de théoriser l'humain, et dans ce cas mon propos est totalement légitime,

- ou bien tout cela vous dérange, sans pour autant vous donner des pistes intéressantes pour espérer et construire ce monde meilleur auquel nous aspirons tous, mais où il faut bien admettre que le désir ne fait pas la réalité (bien qu'il y contribue fortement), et

alors je vous prie de bien vouloir excuser les jugements que vous aurez reçus comme des jugements de valeur injustes ou qui vous auront inutilement agressés.

Deuxième partie résumé de la conférence

Nous avons débuté vers 21 heures sur la question suivante :

Sommes-nous voués à devenir les spectateurs passifs de notre vie ?

Dans un monde de plus en plus technique et scientifique où le financier fait office de philosophie, aurons-nous demain quelque chose à décider véritablement ? Nos enfants, nos élèves pourront-ils choisir en partie leur vie, ou "tout ou presque" ne sera-t-il pas tellement contraint et organisé dans un ailleurs que nul ne maîtrisera, que chacun se trouvera pris dans un système de délégation de responsabilité où :

- soit il acceptera de faire ce qui lui est plus ou moins implicitement suggéré, et alors il sera assez fortement protégé,

- soit il voudra faire preuve d'indépendance, mais alors, sans rien entreprendre qui ne soit formellement interdit, il sera néanmoins conduit à prendre chaque jour davantage de risques en voulant (re)tracer des chemins inconnus (oubliés).

Tout ira bien jusqu'au jour où par erreur, malchance, incompatibilité ou tout simplement parce que son cas ne sera prévu nulle part, il se retrouvera coupé de ce monde, hors du monde, en incompatibilité avec ce monde; les ennuis de toutes sortes s'abattront successivement sur lui, car plus rien ne le protégera de l'exclusion et du bannissement social (il me semble que ce scénario-catastrophe est déjà une réalité cruelle pour beaucoup aujourd'hui).

Je ne développerai pas davantage frontalement cette interrogation, elle demeurera en filigrane dans toutes les questions que je vais soulever à propos de l'école et des mathématiques, car pour moi il n'y a d'activité mathématique et plus généralement d'activités intellectuelles dignes de l'homme que lors-

qu'elles respectent une certaine indépendance de pensée et une certaine liberté d'action.

Par contre, j'essaierai de tester l'évolution de l'école et de nos sociétés (baignées de progrès scientifique et économique) à l'aune des libertés que ces "progrès" semblent créer ou au contraire supprimer : il est clair pour moi que si, au nom du progrès scientifique, nous construisons en pratique des structures de plus en plus rigides où tout le monde est convié à penser et agir de façon très semblable, alors j'aurai tendance à considérer ce progrès-là comme une régression pour l'homme; par suite j'aurai tendance à chercher à limiter les effets de ces "faux progrès" pour privilégier des cheminements moins spectaculaires, moins optimisés sous certains rapports, mais qui respectent mieux la dimension humaine des personnes que nous rencontrons comme élèves ou collègues.

J'ai alors proposé la réflexion suivante :

L'école ne remplit pas sa fonction sociale et culturelle, car elle veut donner des réponses au lieu d'apprendre à poser les problèmes. Elle n'accepte pas la confrontation de deux rationalités

Il s'agissait pour moi de faire ici le lien entre le titre de la conférence "Mathématiques, mythe ou réalité ?" et la double notion de savoir : le savoir scolaire et le savoir scientifique.

Dans une certaine modélisation de l'école telle qu'elle se donne à voir majoritairement, j'appelle savoir scolaire tout savoir qui s'introduit assez linéairement et qui est artificiellement "clair" parce que totalement orienté vers un moyen devenu but : la récitation.

Apparemment on pourrait penser que ce savoir est confronté avec l'expérience de la vie ordinaire par le biais de commentaires magistraux introductifs ou d'applications pratiques; en fait, on constate que cette confrontation n'a lieu que lorsqu'elle sert d'introduction, d'illustration au savoir enseigné.

L'expérience de vie quotidienne qui est exploitée à l'école est celle qui ne ralentit pas l'introduction du savoir, mais au contraire qui l'accélère car elle en permet la monstration, i.e. elle permet de dire : "Ce que je suis en train de vous expliquer et que vous ne comprenez pas immédiatement ne doit pas vous effrayer, vous le rencontrez tous les jours, seule la façon de le dire est un peu compliquée; nous pouvons donc poursuivre, tout s'éclairera à l'usage".

Par contre, les raisonnements de la vie quotidienne, eux, ne sont pratiquement jamais confrontés aux raisonnements franchement scientifiques, en particulier aux démonstrations, car ils ne peuvent en aucun cas servir à la monstration de ces raisonnements scientifiques; ils leur sont presque toujours contradictoires ou sur des registres complètement différents. Les confronter prendrait un temps considérable, introduirait un désordre et une confusion peu propices à l'ordre de la récitation.

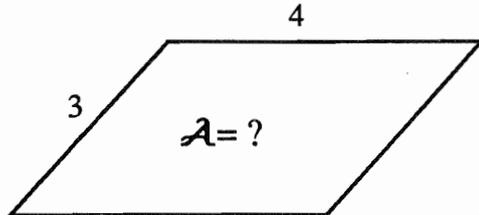
J'oppose ce savoir scolaire au savoir scientifique, car précisément pour moi, l'apport principal de la science et des mathématiques est que les savoirs scientifiques partent toujours plus ou moins de réflexions pragmatiques, analysées au départ avec des raisonnements naïfs, en partie erronés, et sur lesquels les méthodes scientifiques vont permettre de travailler en en faisant sortir ce qu'ils ont d'essentiellement vrai et qui n'était pas forcément formulé dès le départ, et d'en écarter ce qui n'apparaît faux qu'après étude.

En résumé, il semble que le projet scientifique et mathématique comporte dans son essence une confrontation permanente méthodologiquement conflictuelle entre théorie et pratique, alors que le projet scolaire crée pour ses fins propres une harmonie artificielle entre théorie et pratique en s'arrangeant pour que la seconde ne se frotte à la première que pour l'illustrer (les modèles épistémologiques dominants s'opposent à la notion d'obstacles épistémologiques, et les modèles cognitifs en vigueur dans les classes

s'opposent à la nécessité de conflits cognitifs pour dépasser ces obstacles).

Etude d'un premier exemple

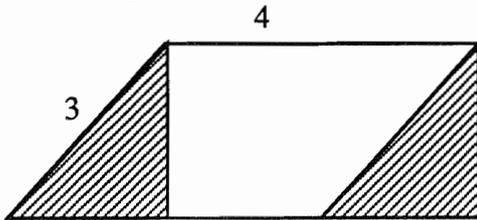
Pour illustrer ce propos, j'ai rapporté l'expérience réalisée plusieurs années de suite avec des étudiants entrant en DEUG A, donc titulaires pour la plupart du bac C.



A la question "quelle est l'aire \mathcal{A} de ce parallélogramme ?" la majorité des étudiants répondent :

$$\mathcal{A} = 12 \text{ m}^2$$

Et comme ils sont "bien élevés", certains donnent une preuve :



Devant ce manque de "réalisme" du savoir majoritairement utilisé, la question que l'on est en droit de se poser est la suivante :

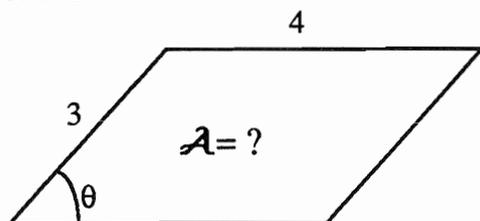
"Comment l'école peut-elle admettre de produire cela ?"

La réponse que je suggère est la suivante :

L'école n'a pas l'occasion de se poser cette question, car elle a appris à ne pas poser les questions qui produisent ce type de réponses.

A l'école, on pose ce problème de la façon suivante :

Quelle est l'aire de ce parallélogramme de côtés 3 et 4 mètres ?



Cette nouvelle formulation du problème de l'aire du parallélogramme fait disparaître le problème didactique que la formulation précédente avait fait surgir, la réponse majoritaire devient maintenant :

$$\mathcal{A} = 3 * 4 * \sin(\theta)$$

montrant par là que ces élèves ont appris des mathématiques et savent les utiliser sur des problèmes pratiques lorsque les questions sont "bien posées".

Pour moi, cet exemple que l'on pourrait considérer comme un avatar de début d'année universitaire, introduit directement la question majeure de la fonction sociale de l'école et du but de nos enseignements scientifiques et mathématiques auprès du plus grand nombre.

L'école a-t-elle senti les évolutions fondamentales? Prépare-t-elle l'élève à affronter les problèmes de demain ?

Devant l'énorme problème du chômage qui touche aujourd'hui jusqu'aux cadres, on ne peut éviter de se poser les questions :

- dans la vie sociale et professionnelle, qu'est-ce qui nous sert réellement dans tout ce que nous avons appris au cours de nos études scientifiques ?

- en quoi nos connaissances scientifiques nous donnent compétence pour réaliser ce qu'une machine ne peut faire et que des personnes peu scolarisées scientifiquement ont énormément de mal à entreprendre ?

A mon sens, les problèmes qui donneront demain du travail à l'homme scientifiquement cultivé parce qu'ils nécessitent un savoir scientifique, ce ne sont pas les problèmes bien ciblés et bien typés que l'on propose actuellement à l'école, mais plutôt ceux qui sont "mal posés".

En effet, d'une part, une fois qu'un problème est bien posé, il est en général à moitié résolu, et d'autre part, ce n'est souvent que dans la phase de clarification du problème que l'homme est irremplaçable, car une fois les questions bien cernées, les variables et paramètres pertinents bien identifiés, le travail

de résolution peut devenir assez mécanique et de ce fait, être en grande partie effectué par des machines.

Le réalisme de la science et des mathématiques pour moi, c'est précisément de nous fournir une méthode de pensée qui nous aide à mieux poser certains problèmes, c'est-à-dire une méthode qui nous évite de prendre nos désirs pour des réalités, en remplaçant les questions initiales le plus souvent faussement simplistes par une série de questions plus pointues où l'on peut mieux identifier ce qu'on sait déjà faire, ce qu'on devrait savoir faire après travail, ce qu'on ignore actuellement et ce à quoi on ne pourra jamais répondre tant qu'on ne disposera pas de moyens d'investigation ou d'informations supplémentaires.

Ici, pour ce problème d'aire, la connaissance que les mathématiques m'apportent sur cette réalité du parallélogramme, ce n'est pas d'abord la formule exacte $A = a * b * \sin(\theta)$ (qui condense en quelques symboles - pour qui connaît la fonction sinus - tous les commentaires que je vais faire maintenant), c'est essentiellement de pressentir tout de suite qu'il me manque des informations pour répondre à la question posée.

Ma culture mathématique me dit ici, qu'à défaut de posséder une information sur la valeur de l'angle ou sur la "hauteur" du parallélogramme, je dois m'interdire de chercher une réponse simple et catégorique du genre $6m^2$ ou $12m^2$, et ce bien que la question ait été formulée d'une façon qui m'invite à ce type de réponse (quelle est l'aire de la simple figure parallélogramme dont les dimensions sont données par de simples nombres entiers 3 et 4 !!!).

Mon réalisme mathématique m'amène à considérer comme une réponse noble l'affirmation "je ne peux pas répondre", affirmation qui dans la vie scolaire, comme dans la vie ordinaire, a le plus souvent une connotation négative puisqu'elle est prise pour un aveu d'ignorance ou de faiblesse.

Ma culture scientifique me permet alors de ne pas décevoir mon interlocuteur si je peux lui expliquer pourquoi sa question n'admet pas de réponse sous la forme où elle était suggérée, je pourrais par exemple lui dire :

"Je ne peux pas vous répondre par un nombre précis, car l'aire de votre parallélogramme peut être un nombre quelconque compris entre 0 et 12, il suffit d'aplatir suffisamment votre parallélogramme pour que son aire se rapproche de 0 (cas des porte-partitions de musique lorsqu'ils sont repliés); si au contraire vous voulez vous rapprocher de 12, il vous faudra faire un angle quasiment droit, et alors, vous ne pourrez dépasser cette aire maximum.

Entre ces deux extrêmes, la formule mathématique qui marque le lien entre angle et aire est Aire = 12 sin (angle).

Cette relation qui fait intervenir le sinus est parfaitement connue, ce qui ne signifie pas qu'elle soit linéaire, car à l'angle moitié (45°) ne correspondra pas l'aire moitié, mais un peu plus des 2/3 de la surface, et ce n'est que pour l'angle tiers de l'angle droit (30°) que l'aire deviendra moitié !"

(Tout cela, à mon sens, n'a rien de naïf et de spontané, c'est le propre d'une culture scientifique.)

Pour conclure sur cet exemple

J'ai tendance à considérer le comportement observé sur plusieurs cohortes d'étudiants, face à ce problème, comme un fait didactique important qui devrait nous interroger sur le fonctionnement de l'école : que la réponse scientifiquement pertinente " $3 * 4 * \sin(\theta)$ " devienne majoritaire auprès des bacheliers lorsque l'angle du parallélogramme est désignée par la présence d'un code comme une variable pertinente du problème, et que par contre cette variable angle soit ignorée de la majorité des étudiants quand on n'attire pas leur attention sur sa pertinence, n'est-ce pas symptomatique d'un fonctionnement très, trop, beaucoup trop superficiel de l'école ?

Ce fait n'est-il pas symptomatique aussi d'un fonctionnement de l'école qui lui évite de s'interroger sur ce que les élèves apprennent véritablement : en vieillissant dans notre métier, n'apprend-on pas inconsciemment à poser les "bons problèmes", ceux qui permettent d'obtenir un taux correct de réponses satisfaisantes ?

Par un système de codes avertisseurs qui deviennent une coutume totalement transparente dans l'enseignement des sciences et surtout des mathématiques, l'école ne parvient-elle pas ainsi à marquer des différences énormes entre les élèves qui savent répondre (car ils savent observer les codes) et ceux qui ne savent pas répondre (en partie parce qu'ils n'ont pas compris ce jeu scolaire ou qu'ils ne veulent ou ne peuvent, par leur culture, le pratiquer) ?

Cette réussite forcée des uns n'empêche-t-elle pas l'école de sentir le besoin de se transformer ?

L'école ne peut-elle pas ainsi "en toute bonne foi" se dédouaner du fait que certains n'y comprennent rien, puisqu'une grande partie des autres semblent bon an, mal au pouvoir apprendre et comprendre (et certains très bien) dans le système tel qu'il fonctionne ?

Pour ma part, j'ai été réellement interpellé par les recherches en didactique des mathématiques le jour où j'y ai découvert des concepts et des outils qui permettaient de mieux identifier le jeu cognitif de l'élève et de la classe : qui fait quoi au juste dans la classe ? quel est le vrai travail scientifique de l'élève ? quelles connaissances peut-il utiliser de son propre chef sans qu'on le tienne par la main ?

A la recherche d'un autre mode de transmission des savoirs : le débat scientifique en cours de mathématiques

Partant de ces savoirs didactiques, nous nous sommes donné, avec un certain nombre

d'autres chercheurs, comme principal objectif de nos propres recherches sur l'enseignement, d'imaginer et d'analyser des dispositifs d'enseignement des mathématiques dans le secondaire et dans le supérieur tels que des élèves ou des étudiants placés dans des situations analogues à celle de notre parallélogramme puissent réagir plus scientifiquement.

La question fondamentale était bien évidemment de savoir si l'école peut, dans un dispositif de cours collectifs, transmettre un savoir qui permette à une grande partie des élèves ou des étudiants de mieux comprendre le monde qui les entoure et de s'adapter plus "intelligemment" aux situations délicates.

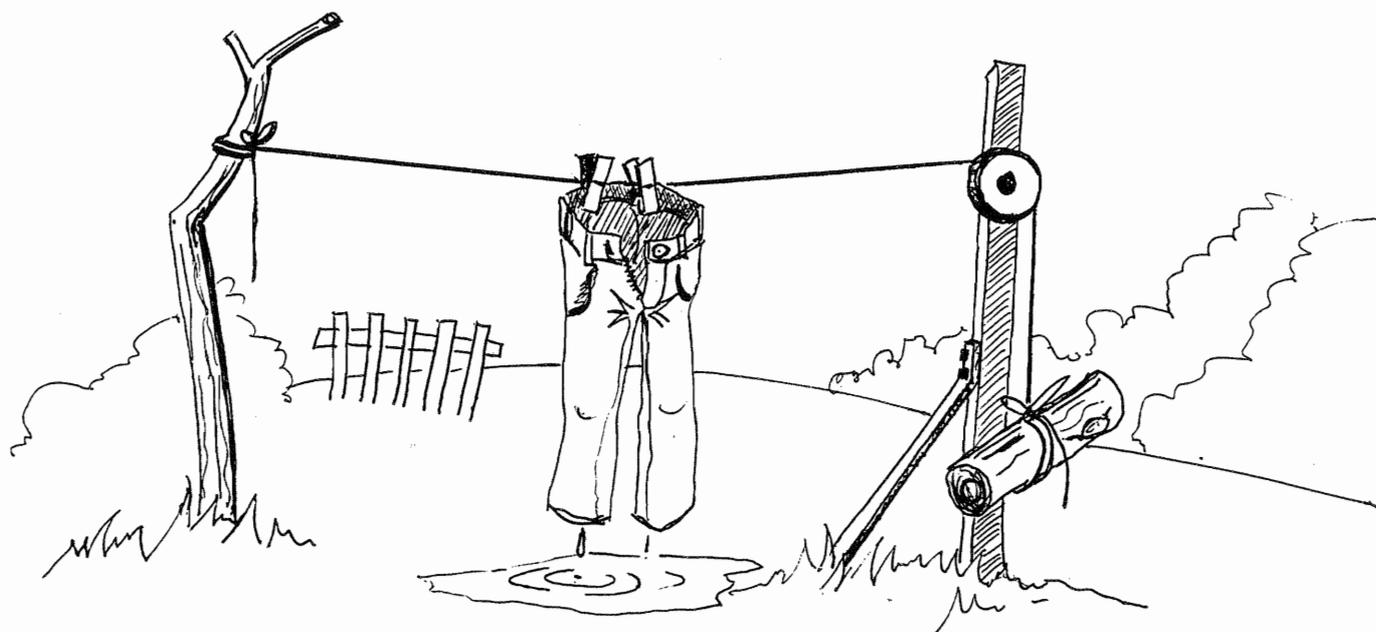
C'est ainsi que nous avons été amenés progressivement à imaginer et à réaliser en vraie grandeur dans des classes ou des amphis un cours de mathématiques qui se déroule sous forme de "débat scientifique" entre les élèves.

En quelques mots, de quoi s'agit-il ?

Partant de situations problématiques introduites par le professeur ou de conjectures proposées par les élèves, les définitions et les théorèmes du cours sont peu à peu introduits par l'enseignant comme réponses, mises en forme, synthèses des débats des élèves : débats faits de questionnements, d'essais de résolution des problèmes, de tentatives de preuves etc.

Etude d'un deuxième exemple : le blue-jean

N'étant plus persuadé que vous me suiviez encore dans mes considérations et percevant ici ou là quelques signes d'assoupissement (bien légitimes vu l'heure tardive, les effets du repas et la pénombre organisée pour rendre les transparents plus lisibles), j'ai alors proposé ex abrupto la situation suivante, que nous utilisons souvent dans nos classes.



Ce blue-jean mouillé suspendu à ce fil à linge pèse environ 3 kg , Question :

La tension T du fil (c'est-à-dire la valeur en kg du contrepoids C qu'il faudrait suspendre à son extrémité pour soutenir le blue-jean dans cette position) est-elle à votre avis plutôt de ?

1,5 kg 3 kg 6 kg 20 kg 45kg 100kg
Chacun de vous était invité à travailler seul ou avec ses proches voisins afin de déterminer la réponse qui lui semblait la plus satisfaisante.

Après quelques instants de silence nécessaires pour sortir du bercement du confédencier et se remettre à penser à la première personne, l'assistance qui était très proche de l'état de sommeil s'est brutalement enflammée, et au bout de cinq minutes la salle était dans un état quasi volcanique (la bande est inaudible, excepté certains hurlements de rires laissant prévoir le pire sur le sort qui allait être réservé à ce pauvre pantalon!)

Les réponses ont été les suivantes :

1,5 kg	3 kg	6 kg	20 kg	45kg	100kg
25	40	13	20	0	0
(2 refus de réponses)					

J'ai eu le tort de ne pas vous proposer, comme cela se pratique dans nos cours, d'entrer dans un débat où chacun pourrait expliquer sa position ou attaquer les explications des autres lorsqu'elles lui paraîtraient erronées.

Je ne vous l'ai pas proposé, car l'objet de cette conférence n'était pas de vous présenter en détail le débat scientifique en cours de mathématiques, mais plutôt d'illustrer par des exemples les possibilités de confrontation des mathématiques aux autres domaines de réalité.

Je ne vous l'ai pas proposé donc parce que, pour que nous puissions débattre scientifiquement sur ce problème, il aurait fallu que nous consacrons un certain temps non seulement au débat, mais aussi à son organisation.

En effet, pour qu'un débat initié par une situation problématique comme celle de notre pantalon puisse se structurer scientifiquement dans un grand groupe, il est apparu progressivement nécessaire, au cours de nos recherches, de respecter des règles strictes peu coutumières à l'école et dans la société, règles nécessaires pour gérer la situation paradoxale suivante : l'enseignant doit garder le contrôle de la situation sans la dominer, il doit organiser le débat sans l'arbitrer; les participants, eux, doivent être spontanés et simultanément se sentir responsables de la vérité de ce qui est dit, se plier aux lois du scientifique et respecter la prise de parole en groupe.

Pour cela donc, l'enseignant "doit" distribuer la parole à ceux qui en font la demande et résumer aussi fidèlement que possible au tableau ce que chacun propose en prenant garde de ne pas sélectionner ce (ou ceux) qui lui plaît (sent), de ne pas arranger ce qui est dit, et surtout de ne pas laisser le moins du monde transparaître son avis, afin que pour chaque participant "élève" le jeu ne soit pas scolaire : "qu'est-ce que le maître en pense ? qu'est-ce qu'il attend de moi ?" mais scientifique : "qu'est-ce qui est vrai ici ? cet argument est-il crédible ? qu'est-ce qui est certainement faux ? comment le montrer ? etc".

La nécessité d'un contrat didactique explicitement négocié

Je n'ai donc pas lancé ce débat ici non pas parce qu'il n'y avait pas de tableau (on aurait pu s'arranger pour en trouver un), mais parce que n'ayant négocié aucun contrat didactique avec vous, il m'est apparu dangereux, malgré la tournure joviale que prenaient les débats en petits groupes, de vous pousser à vous exposer dans un débat public, dans une prise de parole sincère où probablement une grande partie de ce que vous avanceriez, s'avérerait faux, sachant que cette mise en évidence se ferait sans douceur et sans pudeur par la dureté du jeu mathématique dans lequel 3 ou 6 ne peuvent être

considérés comme des nuances de 45 ou de 100.

En effet, ce jeu socio-mathématique, dans lequel on ne peut adoucir la fausseté des arguments pour tenir compte des données psychologiques, ne peut respecter l'individu "élève" que dans une coutume didactique explicitement convenue, où les personnes acceptent une position d'apprenti scientifique et où l'erreur n'est plus connotée négativement, mais au contraire est explicitement reconnue comme un passage obligé vers une compréhension plus profonde.

Ce jeu n'est donc jouable que si dans un premier temps l'on convient (et à terme on prouve dans l'action) que celui qui défend une position erronée n'est pas un âne qui fait perdre son temps à la classe, mais plutôt un scientifique ordinaire qui contribue par son intervention à faire avancer une des parties essentielles du travail scientifique : déterminer la réalité du problème que l'on cherche à traiter.

Dans ce contrat didactique-là (voir en notes le contrat didactique proposé aux étudiants de DEUG A), il est clair que l'élève, s'il souhaite apprendre, n'a plus intérêt à chercher à deviner "les pièges" que le maître lui aurait tendus, ou à se gloser du pair qui ne proposerait pas la bonne réponse, puisque dès qu'on admet que les obstacles épistémologiques existent (et par suite que les raisonnements erronés sont très résistants), il n'existe plus de mauvaises réponses sur le plan cognitif en classe (i.e. de réponses dont on puisse dire a priori que leur discussion ne nous apprendra rien d'intéressant).

Pour apprendre plus, l'élève doit donc mettre en débat tout raisonnement spontané qui lui paraît valide après réflexion personnelle et /ou discussion avec ses proches voisins, afin d'en tester la solidité et la pertinence.

On "gagne" à ce jeu didactico-scientifique, aussi bien si l'on a trouvé le pourquoi des réponses exactes que celui des réponses erronées; et l'on sait que, pour que le jeu puisse perdurer tout au long de l'année, il faut qu'il y ait des personnes pour proposer des

réponses de toute nature et des personnes pour les contredire. (Il faut donc en particulier qu'à l'issue de chaque débat, personne ne sorte blessé de s'être exposé à dire sincèrement ce qu'il pensait.)

Pour revenir à l'exposé de ce deuxième exemple, ayant écarté toute possibilité de débattre entre nous de vos réponses, j'ai seulement tenté de vous expliquer de quelle connaissance mathématique cette situation se voulait être une entrée problématique.

Le réalisme des mathématiques ou l'objectif d'une situation comme celle du blue-jean

Ici l'objectif est triple :

- il s'agit d'une part d'expérimenter avec les élèves un aspect important de la méthodologie scientifique : la nécessité de construire de nouveaux objets intellectuels quand ceux que l'on possède ne sont plus adaptés,
- il s'agit ensuite d'introduire ces nouveaux objets : ici les vecteurs,
- il s'agit enfin de montrer d'entrée de jeu que ces nouveaux objets, s'ils ressemblent aux précédents (les nombres), puisque comme eux ils s'ajoutent, sont néanmoins très différents dans la mesure où ils ne s'ajoutent pas de la même façon (et que c'est cette différence qui les rend performants ici pour nous aider à mieux penser la réalité matérielle du fil à linge).

De façon plus précise, observons qu'ici le problème est présenté en termes de nombres: le blue-jean pèse 3 kg et il est maintenu en l'air par l'action conjuguée des deux brins d'un même fil. Bien que cette action soit fondamentalement vectorielle, elle est dans ce problème ramenée à un nombre puisque la question posée est : quelle est la tension T qui s'exerce sur chaque brin ?

L'introduction de la poulie et du tableau des valeurs possibles permet, s'il subsistait un doute, de matérialiser cette tension par un nombre: la valeur en kg du contrepoids qui tend la corde.

Rien donc, dans la position du problème, ne permet à l'élève habitué à décoder les énoncés scolaires pour y trouver les variables pertinentes de soupçonner que les nombres ne sont pas bien adaptés ici pour mathématiser cette situation.

Le problème orientant notre réflexion sur des nombres et l'action des deux brins du fil tendant à se conjuguer pour contrer le poids du pantalon, notre bon sens nous pousse tout naturellement à ajouter ces tensions, d'où la réponse $T = 1,5 \text{ kg}$ car $1,5 + 1,5 = 3$

Les explications que les élèves donnent habituellement pour justifier les réponses : 3kg et 6kg sont le plus souvent des variantes de cette vision fondamentalement numérique.

La réponse 3kg correspond au cas où on ne fait intervenir qu'un brin pour soutenir le pantalon, par exemple le brin actif relié au contrepoids ; 6 kg est une opération plus complexe, mais fréquente en situation scolaire : puisqu'il faut fournir une réponse et que la réponse obtenue par un premier raisonnement est trop contraire à l'expérience, on rééquilibre le résultat en prenant l'opération inverse.

Ici le raisonnement spontané est "la moitié du poids sur chaque brin" qui donne une tension plus faible que le poids; comme cette réponse ne correspond pas à l'expérience de ceux qui ont bricolé des suspensions horizontales, ils transforment cette moitié en son double pour obtenir une réponse rationnelle et plus vraisemblable.

Une vingtaine d'entre vous ont choisi $T = 20 \text{ Kg}$ (ce qui est très différent de ce qui se produit dans une classe où cette valeur n'est choisie au plus que par un ou deux individus, qui par leur singularité provoquent en général l'hilarité de la classe); il est remarquable de voir néanmoins que les valeurs 45 kg et 100 kg n'ont été choisies par personne, bien que ce soient des réponses bien adaptées à la situation.

Devant ce résultat, j'aurais tendance à dire que cette situation est idoine et robuste pour provoquer un changement de regard.

En effet, le problème didactique majeur pour introduire significativement les vecteurs auprès d'élèves peu attirés par les mathématiques est que ces élèves sont toujours réticents lorsqu'il s'agit d'élargir, de compléter, de remplacer des objets devenus simples pour eux à force de s'en servir par des objets nouveaux et plus complexes (passage des entiers aux décimaux, des chiffres aux lettres, des nombres aux vecteurs, des formules aux fonctions, etc.).

Souvent, pour ces élèves, la complexité des nouveaux objets mathématiques apparaît comme artificiellement entretenue par le professeur pour faire monter les enchères de la course d'obstacles que représente pour eux le cours de mathématiques (pourquoi faire si compliqué, alors que jusqu'ici on pouvait faire beaucoup plus simplement).

Ici il me semble que la difficulté vectorielle est adaptée à la complexité du problème qu'on cherche à étudier; si on veut échapper à cette complexité, on ne pourra comprendre pourquoi la réalité est aussi éloignée de notre intuition, de notre bon sens.

C'est donc là (nous l'espérons) que l'élève réservé sur l'intérêt du jeu mathématique va peut-être commencer à apercevoir qu'en "faisant compliqué" dans un premier temps, les mathématiques peuvent aussi beaucoup nous simplifier la vie en nous apportant un éclairage pertinent et des outils de calcul pour quantifier nos intuitions.

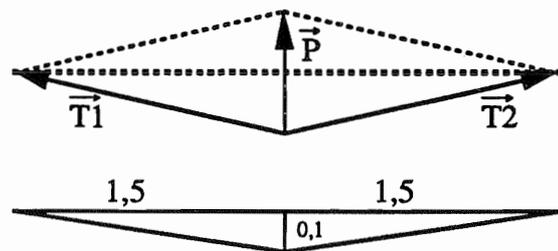
Ici donc, il me semble que tant qu'on ne veut voir que les nombres poids et tension pour résoudre le problème, tant qu'on ne veut pas faire intervenir l'angle des deux brins de la corde, i.e. tant qu'on n'accède pas à une vision vectorielle, nos raisonnements ne font que nous éloigner d'une réponse "vraie".

En particulier, contrairement aux nombres qui, lorsqu'ils "coopèrent à la même action", sont automatiquement de même signe (i.e. sont tels que le module de leur somme est la

somme des modules), les vecteurs, eux, peuvent bien coopérer à la même action (c'est le cas des vecteurs \vec{T}_1 et \vec{T}_2 qui participent chacun pour moitié à compenser le poids P du pantalon) sans que pour autant leurs modules s'ajoutent.

(Ici ce n'est pas parce que $\vec{P} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$ que l'on a aussi $\|\vec{P}\| = \|\vec{T}_1\| + \|\vec{T}_2\|$).

De façon a priori paradoxale (à force de ne considérer que des repères orthonormés, on se fabrique le faux théorème : "Le module des composantes d'un vecteur est toujours inférieur à la norme du vecteur lui-même"), le module de la somme (ici le poids du pantalon) peut devenir dérisoire par rapport à chacun des modules composants (ici la tension T que l'on demande d'évaluer), et plus on veut ignorer la nécessité que ces vecteurs équilibrateurs T_1 et T_2 fassent un angle pour contrer le poids (plus on veut faire en sorte que l'étendage ne fléchisse pas) et plus le rapport T/P devient fou (tellement fou que tout étendage finit par casser si on lui refuse de fléchir).



En effet si on prend pour définition de la somme de deux vecteurs la diagonale du parallélogramme, et si l'on se propose de modéliser les forces par des vecteurs et non plus par de simples nombres, le principe de Thalès appliqué à un étendage dont par exemple le fil mesure 3 mètres et sur lequel on accepte une flèche au centre d'environ 0,1m (étendage normal!) nous conduit à prévoir un rapport T/P d'environ 8.

Si nous réalisons des expériences de suspensions horizontales et que nous mesurons les différents paramètres, nous constaterons que cette nouvelle mathématisation du problème en termes de vecteurs semble beaucoup mieux adaptée à représenter cette réa-

lité que l'ancienne mathématisation par les nombres simples, mathématisation simpliste qui nous poussait à choisir un rapport T/P de 0,5, 1 ou 2 tout à fait inadapté au problème.

C'est bien l'absence de cette intuition vectorielle "la tension doit être de 10 à 20 fois supérieure au poids à soulever si l'on veut que la flèche de l'étendage soit faible qui nous interdit de choisir spontanément les réponses les plus adéquates 20 kg, 45 kg ou même 100 kg, mais excepté pour celui qui travaillerait régulièrement de façon empirique sur des ruptures d'étendages, cette intuition-là n'est rien moins que de l'évidence, du simple "bon sens", c'est du bon sens théoriquement construit, mathématiquement construit!

Je prétends donc que ce concept de vecteur mathématique, s'il est couplé avec une situation telle que celle du blue-jean, change notre regard sur le monde et que ce changement de regard est aussi important pour l'intellectuel pur qui renâcle à se salir les mains dans une réalité trop contingente et incertaine, que pour l'esprit concret qui se déclare irréductiblement pragmatique, et qui (pour cela ou en se protégeant par cela) renâcle a priori contre tout effort de théorisation, en particulier celui que lui réclame le cours de mathématiques ou de physique.

Qui, par exemple, de l'un ou de l'autre de ces deux personnages pense avec son pragmatisme ou avec ses théories pures pouvoir sortir sa voiture tombée dans le fossé, alors qu'il est seul avec un enfant et ne dispose que d'une corde et d'un solide point fixe ?

Le bon sens seul et le manque d'entraînement physique les pousseront l'un et l'autre à se dire qu'ils n'ont pas la force de tirer leur voiture; les vecteurs, s'ils les possèdent en tant que concepts frottés à la réalité du monde sensible, leur indiqueront qu'en tirant la corde par son travers (comme le blue-jean) ils finiront par exercer une tension telle que leur voiture sera obligée d'avancer un petit peu (jusqu'à ce que l'angle que les deux brins de la corde feront par leur traction la-

térale soit trop marqué), l'enfant n'aura alors qu'à glisser une pierre sous les roues pour que la voiture ne recule pas lorsqu'ils relâcheront la corde pour la retendre, et ils n'auront plus qu'à recommencer la manœuvre autant de fois qu'il le faudra pour que la voiture soit à nouveau sur la route.

C'est un peu long, me direz-vous bien sûr, et tout le monde ne dispose pas d'une corde assez solide et raide en prévision de ses sorties de route.

Mais, si vous le voulez bien, vous avez compris le sens de mon propos; je veux dire ici que c'est important pour le père (ou la mère) comme pour le fils (ou la fille) de vérifier, à chaque fois que c'est possible, que théorie et pratique, mathématiques et réalités concrètes peuvent se rejoindre et se conforter, cela peut leur donner une certaine force psychique et pallier une insuffisance de force physique.

Deux autres exemples un peu différents

Ayant posé la question :

Qui sera demain assez intelligent et productif pour avoir le droit de vivre ?

j'ai alors brièvement évoqué deux exemples qui guident ma réflexion sur ces problèmes, exemples qui, semble-t-il, n'ont pas convaincu certains d'entre nous; il s'agissait de l'exemple de la catastrophe de Tchernobyl et de celui de l'écrasement de l'Airbus A 320 dans une présentation en vol.

Dans les deux cas je voulais montrer que, vu la généralisation de technologies très avancées, nous étions chaque jour plus menacés, non par des erreurs dans la conception ou la réalisation de ces technologies, mais par des inadaptations entre ces technologies et les personnes qui ont à les utiliser.

Je ne vais développer ici que le second exemple, car c'est celui qui, à mon sens, illustre le mieux une thèse que je partage avec Y. Chevallard :

Nous allons vers un monde où le didactique devient partout nécessaire

Je dis bien le didactique, et pas seulement la communication à sens unique, ou la pédagogie comme les politiques l'entendent de plus en plus, i.e. convaincre les gens, par tous les arguments vrais ou faux, que la solution déjà choisie est bonne et que c'est celle-là qu'il faut adopter.

Je dis didactique dans la mesure où les hommes, en se fabriquant un monde de plus en plus sophistiqué, doivent, s'ils ne veulent pas jouer les apprentis sorciers, entretenir une dialectique constante entre concepteurs, réalisateurs et utilisateurs : la communication doit donc s'effectuer dans les deux sens, de façon de plus en plus précise et significative.

Aujourd'hui il ne suffit plus d'inventer des techniques bonnes en soi pour un homme qui n'existe pas, il faut concevoir et fabriquer ces techniques en connaissance et coopération avec l'homme qui aura à les utiliser.

Ces technologies n'étant ni simplistes ni transparentes, il faut pouvoir en communiquer la philosophie à l'homme-utilisateur, et ces techniques doivent être conçues en tenant compte de la philosophie, des pratiques et des capacités d'évolution de ces personnes, faute de quoi on risque de voir se multiplier les contre-sens profonds dont la portée (apparemment mineure à l'école) peut devenir catastrophique dans la vie professionnelle.

Je vais tenter d'illustrer ce propos à travers l'analyse de ce que je sais de l'écrasement d'un Airbus A 320 dans une présentation en vol.

De façon très schématique, l'accident est survenu au moment où le pilote de l'avion ayant exécuté un passage à très basse altitude a voulu relancer les moteurs pour s'arracher au-dessus de la forêt qui se présentait face à lui : les moteurs n'ont pas réagi suffisamment pour éviter la catastrophe.

On peut, pour des questions d'assurance, de carrière ou de marketing, faire tendancieusement le procès du pilote ou de l'avion, on peut aussi dépasser l'événement particulier

pour étudier quel peut être le rapport d'un pilote confirmé à un avion d'une nouvelle génération.

Quand le concepteur de ce nouvel avion intercale un ordinateur entre la commande des gaz et les leviers qui permettent effectivement de lancer le moteur, il ne fait pas que changer de technologie de transmission des commandes, il change aussi la philosophie du pilotage.

En commande directe (comme dans une voiture ordinaire), quand un moteur ne réagit pas assez rapidement, on réactive la commande des gaz et en général ça marche (le moteur repart instantanément avec encore plus de puissance); si on fait la même manœuvre lorsqu'un ordinateur a été intercalé entre le moteur et les leviers de commandes, le logiciel se trouve "pris dans un conflit" entre deux ordres contradictoires : l'ancien ordre qui avait lancé une procédure complexe conduisant à l'ouverture des gaz, et le nouvel ordre qui pour être immédiatement exécuté, doit interrompre la procédure en cours d'exécution pour relancer une nouvelle procédure d'ouverture des gaz.

Puisque rien, semble-t-il, n'avait été prévu pour interpréter le réflexe du pilote comme un message de détresse réclamant l'accélération de la procédure en cours d'ouverture des gaz, l'ordinateur de cet Airbus A 320 a interprété la sollicitation du pilote comme un message d'erreur sur la procédure en cours, il l'a donc stoppée pour faire repartir à zéro une nouvelle procédure; pendant ce temps précieux, les gaz n'étant toujours pas remis, cet avion dont la puissance et la technologie de pointe ne semblent pas pouvoir être mis en cause dans cette affaire, n'a pu délivrer à temps la puissance dont il disposait pour s'arracher de la forêt.

A mon sens, il ne s'agit ici d'incriminer ni la technologie de l'appareil ni la compétence du pilote, mais une carence didactique entre concepteurs du nouvel avion, exploitants et pilotes.

La didactique est ici la connaissance sur les rapports entre des pilotes et un nouvel avion.

Si ces pilotes sont "anciens", i.e. n'ont pas appris à piloter sur ce nouveau type d'avions

(en un certain sens plus simples et plus fiables, mais peu transparents), mais sur d'autres (plus kinesthésiques), il ne suffit peut-être pas de leur enseigner la nouvelle technologie et de leur proposer le nombre réglementaire d'heures de simulation en vol, car s'ils ont réellement du métier, ils se sont forgé des réflexes, des modes de pensée rapides adaptés à des avions de conception très différente; ils ne vont donc probablement pas les abandonner aussi radicalement que le laissent supposer nos modèles cognitifs classiques (ces réflexes anciens auront tendance à reprendre le dessus dans les moments de surprise, de très forte tension, en cas de détresse).

La didactique peut alors être cet ensemble de connaissances qui vont permettre à l'exploitant de ce nouvel appareil de subodorer que la technologie de pointe qu'il vient d'acheter fort cher et qu'il compte bien rentabiliser n'est peut-être pas forcément utilisable immédiatement dans sa conception la plus performante. S'imposera alors une période transitoire pendant laquelle l'avion "va devoir se faire connaître" aux pilotes dans sa nouvelle conception, mais "n'imposera pas systématiquement sa nouvelle philosophie" au cas où le pilote réagirait par réflexe comme avant.

Le didactique est ici vu dans sa conception large comme intervenant directement sur l'ensemble des rapports entre les hommes quand ils cherchent à élaborer, communiquer, exploiter du savoir technologique.

En conclusion de cet exposé, un parallèle entre mythe et réalité en mathématiques et mythe et réalité en didactique des mathématiques

Je voudrais, pour conclure, faire un parallèle entre ce qui me paraît actuellement comme essentiellement caché dans l'enseignement scientifique (et qui de mon point de vue interdit à l'enseignement de montrer le vrai visage de la science) et ce qui est également caché dans la présentation de la didactique des sciences : la modélisation (occultation qui, à mon sens, interdit au pro-

fesseur de sciences de découvrir le vrai visage de la didactique des sciences).

Nécessité d'une modélisation reconnue comme telle

Il me semble que la pensée scientifique, de par sa méthodologie contraignante, n'apporte quelque chose d'important par rapport à la pensée philosophique ou religieuse que dans la mesure où elle se déclare incapable de dire avec certitude quelle est l'origine du monde et ce qui est définitivement vrai dans la réalité que nous vivons.

A chaque fois que les mathématiciens avec leurs ensembles infinis et leur droite réelle, les physiciens et les chimistes avec leurs atomes, les biologistes et les médecins avec leurs génomes, les didacticiens avec leur contrat et leur transposition didactique ne déclarent pas parler de la réalité objective (qu'ils seraient bien en peine de définir), mais prétendent seulement avoir créé des modèles et des théories cohérentes susceptibles de nous aider à comprendre ce que nous appelons communément la réalité sans jamais pouvoir la saisir directement, ils apportent un savoir utile à l'homme, car un savoir qui ne déresponsabilise pas l'homme de son humanité.

Quand les scientifiques expliquent à ceux qu'ils instruisent de leur science que dans leurs modèles ils ont tout fait pour que les événements qui leur servaient de références se pensent bien, en particulier qu'ils ont été amenés à simplifier "outrageusement" ce qu'ils perçoivent de la réalité du monde sensible afin d'éviter incertitudes et contradictions internes, ils invitent ces personnes, devenues élèves, à garder leur sens critique vis-à-vis de ce qu'elles apprennent et les stimulent à apporter elles aussi leur contribution pour découvrir de nouveaux modèles mieux adaptés.

Quand, dans leurs rapports médiatiques, les scientifiques explicitent leur philosophie et leurs méthodes de travail, ils rappellent aux citoyens que les résultats de leurs théories sont solides dans ces théories, mais qu'ils ne

sont applicables avec une certaine fiabilité qu'aux éléments de la réalité qui collent de suffisamment près avec les hypothèses de leurs modèles.

Ils rappellent donc que la confiance que nos sociétés industrialisées font tout naturellement aux résultats de la science ne doit pas être aveugle, elle doit être chaque jour confirmée, corroborée par les faits; personne ne peut prouver que la science a absolument raison et surtout pas les scientifiques eux-mêmes.

Vu l'ancienneté de certaines disciplines, personne ne met en cause fortement les mathématiques ou la physique, mais chacun devrait se souvenir que si l'histoire des mathématiques ne fait pas souvent apparaître de grandes crises internes, l'utilisation qui est faite des mathématiques pour (faire) prendre des décisions, par exemple économiques, est en crise permanente (les vecteurs, c'est bien pour prévoir la tension du fil à linge, mais tout vecteur économique ne conduit pas forcément à des prévisions fiables et à des décisions pertinentes).

A l'inverse, les disciplines plus récentes comme les sciences humaines ou la didactique, ont beaucoup de peine à être reconnues comme porteuses de vérités, comme susceptibles d'être utiles à l'homme et à la société; certains parmi nous les rejettent en bloc de façon quasi allergique, parce que soit-disant, elles n'ont pas fait leurs preuves.

Les plus réticents pour prendre au sérieux ces "sciences molles" sont bien entendu les scientifiques durs et parmi eux les mathématiciens. Cela tient à de multiples raisons bien sûr, y compris les moins nobles (les guerres de territoire et de poste), mais si l'on met de côté ces affaires dont l'histoire nous montre qu'elles sont caractéristiques de l'introduction de toute nouvelle discipline (qui doit pour exister se tailler une place le plus souvent malgré et parfois contre les plus anciennes), regardons si par exemple la didactique dans la façon dont elle se diffuse, voire s'enseigne, ne sécrète pas elle-même un malentendu fondamental en minimisant son caractère modélisateur.

Naïvement, chacun d'entre nous voudrait que cette discipline nous fournisse des résultats vrais et utiles sur l'enseignement; or, pour qu'une théorie soit utilisable en pratique, il faut pouvoir la rendre simple et qu'au moins dans certaines circonstances bien cadrées, elle nous dise clairement ce qu'il faut faire et ce qu'il ne faut pas faire.

Suivant les modèles des sciences dures, il faudrait donc pouvoir décrire avec précision ce qu'est un résultat vrai de didactique, ce qu'est une contradiction.

Or quiconque n'est pas totalement naïf, sait très bien que tout ce qui touche directement à l'homme est beaucoup trop délicat pour entrer aisément dans la dichotomie vrai-faux qui fait la force du modèle mathématique et simultanément en limite la portée externe.

Du coup certains voient là un argument décisif pour déclarer que cette discipline est une hérésie scientifique, qu'elle ne peut prétendre à être considérée comme une science, sous-entendant par là qu'elle ne peut être porteuse d'aucune vérité scientifique.

Si on ne décide pas de prendre la didactique comme l'exutoire de toutes nos insatisfactions vis-à-vis de l'enseignement et/ou de la recherche, il nous faut, me semble-t-il, pour en faire une discipline pertinente, regarder ses déclarations non comme des descriptions fidèles de la réalité de l'enseignement (ce qu'elles ne sont pas, mais laissent souvent croire par un ton doctrinal inadéquat), mais comme des modélisations (ce qu'elles tendent à devenir majoritairement, mais ne déclarent pas assez explicitement être).

Dans l'enseignement des sciences, on passe sous silence l'aspect modélisateur de la science, d'une part parce qu'on a peur que les gens ne comprennent pas, perdent confiance dans la vérité de ce que l'on dit, ne voient plus la nécessité d'apprendre quelque chose d'incertain, contestent le fait qu'on les contrôle sur des connaissances passagères, etc. (la science, les mathématiques ne seraient plus absolument vraies!!!), d'autre part, on passe sous silence cet aspect modélisateur

parce que c'est l'obstacle épistémologique majeur pour comprendre ce qu'est une science : croire en l'utilité d'un modèle comme les mathématiques dans lequel on prouve tout, sans pouvoir prouver que le modèle lui-même est pertinent pour décrire les réalités (par exemple accepter qu'on ne puisse pas mathématiquement prouver la pertinence du modèle euclidien pour représenter l'espace dans lequel nous vivons, puisque cette preuve n'est pas de l'ordre des mathématiques, alors que ce modèle nous intéresse en partie parce qu'on peut y effectuer des preuves mathématiques) est un paradoxe terrible auquel l'école parvient constamment à échapper sauf peut-être quand il s'agit d'enseigner les proba (c'est probablement en partie pour cela que l'école renâcle à faire cet enseignement-là).

Dans la modélisation de l'enseignement qui sert de base à mon propos (modélisation que je fais dans ce texte parfois en la déclarant explicitement comme telle et parfois de façon beaucoup plus cachée), je fais l'hypothèse que l'école d'aujourd'hui refuse dans son ensemble la notion d'obstacle épistémologique et de conflit cognitif; cette théorisation nous donne une explication au fait que cette école se trouve alors "interdite" de présenter la science telle qu'elle se pratique : une succession de théories et de modèles où tout est fait pour que l'esprit humain parvienne à mieux comprendre le monde dans lequel il pense, mais où rien n'est définitivement certain.

Cette hypothèse peut nous éclairer sur les raisons pour lesquelles, dans l'enseignement public comme dans le privé, les énoncés scientifiques se présentent essentiellement comme des vérités révélées, localement reliées par des chaînes de rationalité; en principe dans l'enseignement, il n'y a pas de Bon Dieu de la science présenté comme tel, mais en pratique, comme tout doit être clair, précis et ne pas donner lieu à débat et contestation, il y a des dogmes (ce qui est partout présent dans la classe, mais jamais discuté : par exemple le sens du vrai et du faux en math, les rapports entre le vrai et "l'utile", etc.), il y

a les grands prêtres (les chercheurs) à qui ces dogmes sont révélés, qui garantissent l'utilité de ces dogmes, les vicaires (les professeurs) qui les enseignent aux fidèles (les élèves) qui apprennent et appliquent !

Le didactique n'ayant pas en soi des vertus qui lui permettraient d'échapper naturellement à cette "loi du didactique", la didactique se transmet elle aussi un peu trop souvent de cette manière; la supercherie saute alors aux yeux de ceux-là même qui acceptent sans la voir celle qui se vit quotidiennement dans l'enseignement de leur discipline : la mystification de la didactique saute aux yeux d'un grand nombre de personnes qui ne voient pas (se refusent à voir) celle que peut représenter l'enseignement des mathématiques pour une grande partie des élèves et des étudiants.

Cependant il me semble qu'en lisant bien les différents travaux de recherche en didactique des mathématiques, on peut se rendre compte que le choix dominant de cette communauté de recherche est bien de construire des modélisations de la situation d'enseignement et de les travailler comme telles, i.e. de ne pas en faire des modèles prescriptifs, mais des outils d'analyse et d'explication du réel de l'enseignement.

Il est clair que l'espoir qui a fondé cette communauté de recherche était bien entendu que les théories et les modèles qu'elle élaborerait seraient suffisamment consistants, et néanmoins simples, pour pouvoir être utilisés par les professeurs lorsqu'ils auraient à bâtir un cours, à analyser une séquence de classe, à corriger des copies, à suivre un élève en particulier ou à analyser un curriculum.

Mais dès le départ, il me semble que (et le remplacement du mot pédagogie par celui de didactique avait, je crois, en grande partie cette raison) les chercheurs de cette communauté ont voulu marquer une distance très forte entre leur effort de théorisation (la didactique) et le réel de l'enseignement (le didactique), et il me semble aussi que pas un instant cette communauté n'a relâché son effort de vigilance épistémologique pour

maintenir cette distance (ce qui de mon point de vue conduit parfois à l'excès inverse).

Par voie de conséquence, tout comme les autres disciplines scientifiques qui ne veulent rester à la surface des choses ou être totalement engluées dans une subjectivité stérilisante, la didactique des mathématiques repose sur un vocabulaire, des hypothèses de base et sur des axiomes ou principes indémonstrables, et comme en mathématiques ce n'est qu'en connaissant précisément ces définitions, ces principes fondamentaux et axiomes de base que l'on peut tirer des connaissances, des résultats de ce type de recherches.

En particulier, il me semble que ce n'est qu'en connaissance de cause des présupposés méthodologiques et des hypothèses de base qu'il est raisonnable de faire intervenir les résultats de la recherche en didactique dans l'enseignement.

Deux modélisations fondamentales en didactique des mathématiques

En prenant le risque d'être totalement réducteur, disons que deux théories opposées et complémentaires dominent en didactique des mathématiques : la théorie des situations proposée par Guy Brousseau et la théorie anthropologique proposée par Y. Chevallard.

Ces deux théories reposent sur deux modélisations très différentes du savoir.

La théorie des situations

Dans ce modèle, on regarde le savoir scientifique essentiellement comme le fruit de l'adaptation intelligente de l'homme aux problèmes : pour résoudre des problèmes, l'homme crée de la connaissance, il théorise ses pratiques.

La conséquence didactique logique de ce regard sur le savoir est que pour enseigner des connaissances qui transforment le regard de celui qui apprend, i.e. lui donnent une capacité d'analyse et d'action supérieure, il faut inventer des situations problématiques dans lesquelles le savoir à enseigner est "né-

cessaire" (par exemple, il me semble que la situation du blue-jean rend les vecteurs nécessaires pour penser mathématiquement ce problème), il faut aussi qu'au cours de son apprentissage l'élève devienne par moments lui aussi en un certain sens chercheur, découvreur des connaissances qu'on veut lui enseigner (car on ne peut véritablement découvrir la philosophie du savoir qu'en devenant soi-même producteur de savoir).

La théorie du débat scientifique que j'ai esquissée précédemment est en filiation directe avec cette théorie des situations, c'est une façon de voir s'il existe des systèmes didactiques, basés sur ce type d'hypothèses, viables dans la durée d'une année et d'un programme.

Il est clair que la théorie des situations est très difficile à mettre en œuvre dans le réel de la classe ou de l'amphi, car elle place très haut les enjeux de savoir, elle suppose des connaissances épistémologiques fortes du côté du professeur et lui réclame d'adopter des conduites pédagogiques contraires à l'instinct premier de l'enseignant (tout expliquer et tout dire).

Cette théorie étant à contre-courant de ce qui se fait le plus généralement (en réalité et non en surface), cela rend la mise en pratique de ses principes d'autant plus difficile (à mon avis, c'est quasiment impossible, pour un professeur totalement isolé, de modifier ses pratiques dans ce sens).

Cette théorie n'est donc absolument pas à regarder comme une méthode à appliquer directement; vue en termes prescriptifs, elle sera automatiquement déformée, ou à juste titre rejetée comme irréalisable : à mon sens il serait fou et dangereux de demander au corps enseignant d'appliquer directement la théorie des situations ou d'imposer le débat scientifique. (Imposés de l'extérieur, comme des modèles à suivre, à des professeurs qui n'ont pas eu le temps ni la formation pour se construire une théorie personnelle qui tienne compte de ce qu'ils sont et de leur expérience, ces modèles donnent le plus souvent lieu à des grimaces).

Par contre, il me semble très raisonnable pour nos sociétés et très prudent pour les

élèves et les enseignants que les professeurs du primaire, du secondaire et du supérieur aient l'occasion de travailler sur de telles modélisations, afin que peu à peu au fil des années, chacun découvre ce qu'il peut tirer pour lui, dans ses classes ou ses amphis, de cette utopie que l'évolution de nos sociétés rend de plus en plus nécessaire. (Pour cela il est important que ne continue pas à s'exercer la pression de la peur du changement, qui tend à diaboliser ces théories, en prétendant que le savoir s'y dilue dans un pédagogisme dévastateur).

La théorie anthropologique

Dans cette seconde modélisation, proposée par Y. Chevallard, le savoir regardé est celui qui est en vigueur dans une institution.

Cette modélisation est remarquablement bien adaptée pour analyser quel type de rapport telle personne placée dans telle position, dans une institution donnée, peut avoir avec tel ou tel savoir de cette institution.

En particulier, cette modélisation permet une analyse assez crue du fonctionnement des savoirs dans l'institution école; par suite vouloir ignorer cette modélisation, c'est se priver d'un regard très pertinent sur la réalité de notre métier.

Cette vision du didactique est "nécessaire" pour le professeur non pas en tant que connaissance vraie absolument, en tant qu'ensemble de lois imprescriptibles, mais nécessaire pour des professionnels, car en tant que tels nous devons connaître le dessous des cartes que nous manipulons à longueur de journée pour que nos élèves apprennent; il me semble que nous n'avons pas le droit de rester à des niveaux de naïveté sur l'enseignement que le simple bon sens, les dons pédagogiques, la simple imitation des anciens et l'expérience ne nous épargnent pas.

Je suis persuadé par exemple que la théorie du débat scientifique, profondément inspirée par la théorie des situations, n'aurait pas résisté à une mise en pratique en vraie grandeur (i.e. dans la durée de l'année, sur plusieurs années, dans différentes classes ou

amphis) si nous n'avions pas pu analyser, à partir de la modélisation anthropologique, les mécanismes institutionnels qui allaient implacablement tendre à neutraliser les effets positifs de nos réalisations pédagogiques.

Mais là encore (et plus encore que pour la théorie des situations qui ne caresse pas notre naturel enseignant dans le bon sens du poil, contrairement à ce que fait la théorie anthropologique), il s'agit de considérer cette théorisation comme une modélisation, et par suite il est indispensable de prendre ses conclusions comme des conséquences logiques de lois sur les rapports humains quand ces humains ont en commun certaines convictions.

Ces lois que Y. Chevallard appelle lois du didactique sont (si elles sont pertinentes) universelles, et donc en un certain sens incontournables.

Si leur mécanisme de fonctionnement ne reposait pas lui-même en grande partie sur des convictions dominantes de nos sociétés, elles seraient les seules lois possibles du didactique et par suite toute possibilité d'évolution positive des systèmes d'enseignement serait interdite, tout progrès didactique serait illusoire.

Les lois qui sont mises en avant dans la théorie anthropologique sont pertinentes pour décrire le fonctionnement actuel de l'enseignement, car elles reposent sur les conceptions les plus répandues (à mon sens beaucoup trop pauvres) sur le savoir, sur l'école, sur la société, et finalement sur l'homme lui-même.

Le fait, précisément, que ces conceptions dominantes dans nos sociétés placent l'homme et le savoir très en dessous de ce qu'ils peuvent être, indique que ces conceptions peuvent à juste titre s'affiner et s'enrichir (c'est là à mon sens que réside notre espace de liberté professionnelle et de responsabilité collective) ; et si les conceptions sur l'homme et sur le savoir s'enrichissent, alors nos recherches autour du débat scientifique tendent à montrer que les lois pertinentes du didactique "spontané" peuvent être équili-

brées par d'autres lois qui ne laminent pas de la même façon la signification profonde des savoirs.

Par exemple, quand je déclare : "Nos sociétés refusant la notion d'obstacle épistémologique et la nécessité du conflit cognitif pour les dépasser, l'école ne peut reconnaître dans son fonctionnement normal l'acte modélisateur de la science et l'enseigner", je fais une assertion didactique "à la Chevallard" qu'il faut bien lire comme une assertion hypothético-déductive.

La conclusion "l'école ne peut dans son fonctionnement normal reconnaître l'acte modélisateur de la science et l'enseigner" n'est pas universellement "vraie", elle l'est sous hypothèse; cette conclusion peut à mon sens devenir non pertinente si nos sociétés, devant les difficultés énormes que lui pose l'inadaptation d'une part de plus en plus grande des humains aux progrès scientifiques qui ne tiennent pas suffisamment compte du social et du psychologique, se mettent peu à peu à reconnaître l'existence de véritables obstacles épistémologiques, i.e. de problèmes que l'on ne peut résoudre avec des simples "il n'y a qu'à...", un peu de bonne volonté, une simple directive ministérielle, un changement de majorité, un 3% de croissance, un cours bien clair et bien complet, etc., mais qui nécessitent un changement de regard beaucoup plus profond de l'homme sur lui-même et sur la société, une sorte de révolution culturelle (au vrai sens du terme).

Il me semble donc fondamental de regarder cette théorie anthropologique comme un remarquable outil d'analyse de l'existant et comme un indicateur très précieux des contraintes didactiques (des lois du didactique) qu'il serait naïf, voire dangereux, de vouloir ignorer dans toute tentative de transformation positive du système éducatif ; mais il ne faudrait pas que ce remarquable outil d'analyse, ce regard très pertinent sur la réalité de nos enseignements devienne le point d'appui théorique du camp de l'immobilisme, une construction logique de plus

pour expliquer que les plus riches doivent rester les plus riches, une excuse à nos paresseuses intellectuelles et à nos manques de courage qui limitent nos imaginations, freinent nos capacités d'entreprendre, un paravent qui nous cache l'absolue nécessité pour l'homme d'inventer à chaque instant le monde dans lequel il vit pour que ce dernier reste humain.

Une certaine lecture de Chevallard, lecture ne considérant plus sa pensée comme un modèle pour comprendre le didactique, mais comme la description fidèle d'un réel de l'enseignement devenu intangible par effet de théorisation, peut à mon sens conduire à un immobilisme total (ce qui ne correspond pas, j'en suis persuadé, à la pensée profonde de ce chercheur) : pourquoi tenter de modifier quoi que ce soit, puisque les lois du didactique auront tôt ou tard raison de nos velléités de changement et de notre charisme ?

En d'autres termes, le message qui est facilement entendu (parce qu'il nous dédouane de toute responsabilité) est : si l'enseignement est aussi mauvais qu'il est, c'est parce qu'il ne peut être autrement.

Bien entendu Chevallard n'écrit pas cela mot pour mot, mais un ton et une certaine insistance finissent par nous en persuader; en tous cas, je vois fleurir ces dernières années nombre de travaux de jeunes (ou de moins jeunes) chercheurs en didactique qui ont reçu ce message "cinq sur cinq" et qui l'amplifient sans nuances déclarant tout de go, par exemple, que le didacticien n'a pas à se préoccuper de la préservation du sens ou des problèmes que pose l'enseignement des concepts, car le rapport au savoir que l'élève peut avoir dans l'institution-école n'est ni un rapport de sens (lui permettant de résoudre de vrais problèmes), ni un rapport conceptuel, mais seulement un assujettissement à un discours et à des règles institutionnelles, assujettissement nécessaire pour vivre dans cette institution (avoir des notes, passer des examens, etc.).

Il est clair que cette dernière description de la réalité scolaire n'est pas totalement fausse, mais ce qui serait terrifiant, c'est si tout concourait à ce que cela devienne de plus en plus vrai.

Or précisément, c'est là que notre liberté de chercheur et de professeur intervient, car placés devant un fonctionnement très réducteur de l'école largement attesté et rationnellement expliqué, nous pouvons ou bien en faire un principe, une normalité et, par une sorte de réalisme cynique, abandonner tout effort théorique pour identifier les causes de ce dysfonctionnement, pour chercher à établir un fonctionnement plus normal, ou bien, sans nier les faits, chercher pour quelles raisons l'école peut arriver à ce point à oublier ses missions fondamentales vis-à-vis de la transmission des savoirs et de la formation de l'individu.

On pourra peut-être alors identifier d'autres hypothèses, d'autres principes philosophiques à partir desquels apparaîtraient assez normalement à l'école (suivant d'autres lois du didactique) des rapports au savoir et aux individus beaucoup plus profonds.

Je voulais attirer votre attention sur cet aspect des choses, afin que nous ne soyons pas trop nombreux à franchir, sans nous en rendre compte, le cap d'une interprétation de la didactique paralysante dans l'enseignement.

Pour moi, une recherche scientifique qui ne reconnaît pas son aspect modélisateur est une supercherie et une mystification, mais inversement, une recherche éthiquement

aveugle, qui explicite ses hypothèses techniques sans voir où elles nous mènent sur un plan plus philosophique, n'est pas un bien en soi, i.e. ne réalise pas nécessairement un progrès pour l'humanité.

L'usage du mot progrès (progrès scientifique ou progrès de la connaissance), pour nommer ce qui à terme conduirait à une régression inéluctable de l'humanisme, me paraît dans ce cas peu adapté, voire pervers.

Comme la didactique des mathématiques est une recherche qui a pour objet central l'homme, l'homme en train d'apprendre, de faire, d'enseigner des mathématiques, cette recherche doit à mon sens expliciter ses hypothèses et ses objectifs sur l'homme et sur la société, afin que chacun d'entre nous puisse mieux comprendre la finalité de ce qu'il entreprend quand il adopte tel ou tel regard modélisateur sur la réalité de l'enseignement.

Finalement, je vous suggère de regarder les mathématiques et la didactique des mathématiques non comme des ensembles de vérités institutionnelles un peu figées, qui nous permettraient essentiellement de nous situer dans une échelle sociale et intellectuelle, mais plutôt comme des réalités très concrètes, très pratiques, en ce sens que ce ne sont que des idées, que des regards très particuliers sur le monde; ce sont en fait des outils pragmatiques qui par la rigueur interne qu'ils nous imposent, nous permettent après coup de faire passer dans la réalité du quotidien un certain nombre de mythes sans la réalisation desquels nous ne pouvons vivre notre humanité..

Bibliographie

- Le Nouvel Esprit scientifique, G. Bachelard (PUF)
- La transposition didactique, Y. Chevallard (La Pensée sauvage)
- R.D.M vol. 7.2 1986 , La théorie des situations , G. Brousseau
- Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques,1993, S. Johsua et J.J. Dupin PUF
- Débat scientifique en cours de mathématiques M. Legrand, Janvier 93, Repères IREM n°10 Topiques Editions
- La crise de l'enseignement, un problème de qualité, M. Legrand, Aléas éditeur 15 quai Lassagne 69 000 Lyon
- Enseigner autrement en DEUG A 1ère année. 1990 (Publications inter - I.R.E.M)
- Qu'est-ce que la science ? A. Chalmers (Essais. Le livre de poche)



QUELS MEMOIRES PROFESSIONNELS POUR QUELS EFFETS DE FORMATION ?

Atelier A 1

Claude COMITI
Directrice Adjointe
IUFM de Grenoble

Les 26 participants de l'Atelier étaient des PIUFM, M.D.C., IMF et CPAIEN travaillant dans les 16 IUFM suivants : Caen, Clermont-Ferrand, Créteil, Dijon, Franche-Comté, Grenoble, Lille, Lorraine, Montpellier, Nice, Orléans-Tours, Pays-de-la-Loire, Picardie, Reims, Toulouse, Versailles.

L'Atelier a été préparé par le dépouillement d'un questionnaire envoyé aux pré-inscrits avant le Colloque ainsi que par la diffusion de documents (voir Annexe).

Le compte rendu ne sera pas une présentation chronologique des trois séances mais présentera une synthèse des différents débats qui ont traversé son déroulement. Il sera centré sur les trois points suivants :

1. Caractéristiques et valeur formative des mémoires professionnels en IUFM
2. Conditions d'opérationnalisation du mémoire.
3. Questions sur les pratiques effectives des différents IUFM.

I- Caractéristiques et valeur formative des mémoires professionnels en IUFM

Le dépouillement du questionnaire et l'analyse des circulaires internes distribués dans près de la moitié des IUFM au sujet du mémoire professionnel font apparaître les différentes caractéristiques fondamentales suivantes (par ordre de fréquence décroissante) :

- il s'appuie sur des pratiques de classe

- il est lieu privilégié pour l'articulation théorie/pratique

- il conduit le professeur-stagiaire à un questionnement de sa propre pratique

- il conduit le professeur-stagiaire à une démarche de mise en cohérence des différents éléments de la formation

- il peut être l'occasion d'une initiation à une démarche de recherche en éducation.

Si certaines des circulaires ne mettent en avant que la première caractéristique, la plupart retiennent -sous des formulations approchantes- les trois premières, quelques uns seulement donnant de l'importance aux deux dernières. On trouve donc une multitude de types de produits selon les IUFM et même selon les Centres d'un même IUFM allant du mémoire "analyse d'une situation d'enseignement rencontré dans une classe" au mémoire "initiation à une démarche de recherche" en passant par le mémoire "expérimentation d'une proposition pour l'enseignement". (voir à ce sujet en Annexe 1 des extraits de la grille de lecture élaborée dans le cadre d'une recherche conduite par les IUFM de Bretagne, Grenoble et Reims)

En ce qui concerne la valeur formative du mémoire, la discussion a porté sur l'intérêt d'amener le professeur-stagiaire à formuler un questionnement dans le contexte d'une problématique. Ceci signifie que le mémoire aura d'autant plus de valeur formative que

l'on l'on se rapprochera des conditions suivantes :

- formuler une ou des questions auxquelles on va essayer de répondre,
- connaître les principaux travaux existants sur la question,
- préciser dans quels contexte et paradigme on se place pour traiter le problème posé,
- formuler une hypothèse, c'est-à-dire une réponse provisoire au questionnement de départ revu et corrigé grâce au cadre théorique de référence,
- définir le type d'observations à rassembler ainsi que le type d'analyse à conduire afin de pouvoir décider dans quelles mesures l'hypothèse est confirmée ou infirmée dans la situation étudiée.

S'il est évident que, dans les conditions de réalisation du mémoire professionnel (place du mémoire dans la formation, liens avec les stages...), on ne peut attendre que ces exigences soient atteintes, l'expérience de l'année 92/93 prouve que l'on peut s'en rapprocher, à condition d'éviter certains écueils, en mettant en place des conditions favorables à la réalisation du mémoire, conditions que les participants ont précisées et qui sont présentées ci-dessous.

II - Conditions d'opérationnalisation du mémoire professionnel

1 - le mémoire doit être considéré par l'institution comme un élément fondamental de la formation, à égale importance avec le stage en responsabilité

Si certains voient dans les exigences énoncées en I un risque d'éloignement de la pratique immédiate, d'autres insistent sur l'importance de faire saisir au stagiaire cette occasion privilégiée d'apprendre à observer avec une problématique et de s'interroger sur la pratique qui sera la sienne.

En effet, si toute formation vise évidemment l'acquisition de compétences, elle vise plus fondamentalement la construction d'une identité. Le mémoire apparaît comme un rouage fondamental dans la production de cette identité car il est, d'une part, moment

propice à une réflexion intégrant et articulant les différents éléments de formation des deux ans d'IUFM, d'autre part, moment de la formation initiale qui s'ouvre sur la formation permanente à venir.

2 - le rôle de la guidance est fondamental

Que les stagiaires aient un directeur de mémoire individuel ou soient regroupés dans des "ateliers-mémoire" par thèmes fédérateurs de mémoires, l'aide méthodologique du "directeur" -individuel ou collectif- de mémoire est fondamentale : c'est lui qui devra amener le stagiaire à transformer un vague sujet d'intérêt en un questionnement, le conduire à prendre connaissance de documents de travail et d'articles de revues liés au thème de l'étude (pas plus de 5 ou 6 bien choisis), lui faire comprendre combien il faut être en même temps rigoureux et inventif pour traiter la question retenue, lui montrer l'importance de l'analyse préalable à effectuer avant de monter une expérimentation ou tout simplement de conduire les observations ...

Le problème est donc de trouver la personne la plus adéquate pour ce travail, ce qui n'est pas facile lorsque chaque stagiaire arrive avec son sujet. Cette question a été résolue dans un IUFM par la proposition, en début d'année, d'un choix de thèmes d'ateliers, proposés par les formateurs compétents sur ces thèmes, les étudiants étant invités à choisir entre les différents ateliers, leur propre sujet de mémoire étant en relation avec le thème de l'atelier choisi.

Dans le cadre de la guidance doivent également être prévues des séances de travail individualisées (ou par doublette travaillant sur le même sujet) -hors stages institutionnels- des stagiaires avec les formateurs de terrain tels les IMF ou les CPAIEN, qui peuvent jouer un rôle important de deux façons : par l'accueil des stagiaires dans leurs classes au moment de l'élaboration du questionnement mais aussi par un soutien concret au moment de l'élaboration du dispositif de recueil de données

3 - le rapport avec la pratique doit être facilité par l'institution

Pour les PLC, l'observation et le recueil de données se font, soit dans la classe en responsabilité -qu'ils ont tout au long de l'année-, soit lors de stages en situation ou dans la classe d'un autre PLC stagiaire dans la même discipline. Ceux qui ont choisi l'une des deux dernière solution ont apprécié une situation qu'ils ont jugée plus favorable à la prise de recul exigée.

En PE, le choix du stage en responsabilité pour le recueil des données est fortement contesté par l'ensemble des participants de l'atelier. D'autres types de stages ont d'ailleurs été expérimentés dans certains IUFM, par exemple stages "filés" d'une ou plusieurs demi-journées par semaine pendant plusieurs semaines, pendant lesquels une doublette a la responsabilité de la classe, l'enseignant responsable participant pendant ce temps à un stage filé de formation...

En ce qui concerne le calendrier, il est souhaité que l'organisation de la deuxième année prévoit

- un démarrage rapide du travail sur les mémoires (au plus tard, début octobre) de façon à permettre que le premier travail préalable au recueil de données soit terminé fin décembre, début janvier ;
- des journées de stage en janvier-février-mars, spécifiques au recueil des données, et situées bien avant les stages en responsabilité et la période de validation des formations ;
- une prise de contact des stagiaires, avant cette période, avec la classe dans laquelle le travail sera conduit et un travail de concertation avec l'instituteur de la classe, afin de faciliter la prise en compte, dans le projet en cours, des contraintes liées à la réalité de la classe dans laquelle ils seront affectés.

4 la mémoire processus mais aussi produit de formation

En ce qui concerne la validation du mémoire, il est souligné combien il est difficile de tenir compte du processus qui a

permis d'aboutir au produit présenté. L'évaluation est faite essentiellement sur le produit écrit et la soutenance orale.(voir en Annexe des grilles d'évaluation élaborées dans cinq IUFM différents que nous remercions pour avoir bien voulu nous les transmettre).

Si de grandes diversités existent quant à la composition des commissions de validation, IMF ou pas, IEN ou pas, universitaires ou pas ..., il existe des constantes : présence du directeur de mémoire et d'au moins une personne extérieure à l'institution de formation.

Quant aux mentions attribuées, peu d'IUFM s'en tiennent à la circulaire de validation qui reconnaît seulement deux mentions : "satisfaisant" et "insuffisant". Nombreux sont ceux qui distinguent plusieurs sous-mention (du type "très satisfaisant", "satisfaisant", "moyen" ou "réservé") dans le cas où le mémoire n'est pas jugé insuffisant. Un IUFM, tout en s'en tenant aux deux mentions préconisées, a introduit une proposition pour publication pour les mémoires jugés les plus intéressants.

Il semble important aux participants de capitaliser les mémoires mais la façon de le faire n'est pas évidente. Il ne semble ni souhaitable ni possible de déposer tous les mémoires au CDI, question d'encombrement mais aussi d'absence de mode d'emploi, les mémoires n'ayant d'intérêt que si leur sont adjoints des commentaires qui en montrent les forces et les faiblesses.

Une idée serait de garder (où ?) un exemplaire de chaque mémoire à la disposition des formateurs directeurs de mémoire qui pourraient les utiliser avec leurs étudiants.

Un IUFM a l'intention de regrouper des extraits significatifs de quelques mémoires particulièrement intéressants -pour les futurs PE2 mais aussi pour la profession- et de les publier en un ou plusieurs volumes mis au CDI mais aussi proposés à la diffusion (via les CRDP ?).

III- Quelles pratiques effectives dans les différents IUFM ?

Tout au long des trois séances de l'atelier sont apparus de manière évidente les énormes écarts (confinant parfois au gouffre !) entre la conception du mémoire PE dans les différents IUFM, que ce soit en ce qui concerne

- l'importance accordée par la direction à cet élément de formation,
- les modes d'encadrement des mémoires,
- les types de mémoire,
- l'évaluation des mémoires ...

C'est pourquoi, plutôt que de tenter une synthèse impossible, il a semblé plus utile de lister les questions soulevées dans la discussion, questions à partir desquelles les participants proposent qu'une enquête soit lancée dans l'ensemble des IUFM. Cette liste de questions a été élaborée par Claire Margolinas (IUFM de Clermont-Ferrand) et Georges Quidet (IUFM de Lille, centre d'Arras) à partir de l'ensemble de leurs notes.

1. Détermination du sujet

Qui détermine le sujet ? Qui accepte le sujet ? Sur quelle base ?

Y a-t-il des contraintes fixées par l'institution (par exemple sujet forcément sur l'enseignement d'une discipline pour les PE) ?
Qui élabore le questionnement ? la problématique ? selon quel calendrier ?

2. La direction du mémoire

Comment est organisé le suivi ?

Selon quels critères ont été choisis (ou se sont déterminés) les directeurs de mémoire ?

Y a-t-il des critères qui interdisent à certaines personnes de diriger un mémoire ?

Existe-t-il des formations destinées aux personnes impliquées dans la direction des mémoires ?

Comment se coordonnent les personnes impliquées dans la direction des mémoires ?

Combien d'heures de service correspondent à l'encadrement d'un ou plusieurs mémoires (préciser le nombre) ?

3. Place dans le processus de formation

Quel est le temps consacré au mémoire : en regroupement (séminaires ou ateliers) ? en suivi individuel ? en temps de travail personnel ?

Quelle a été l'organisation temporelle du travail lié au mémoire en 92/93 ?

4. Rapport avec la pratique

Y a-t-il nécessairement une observation ? Une expérience ?

Comment sont recueillies les données ? élaborés les protocoles ? Quelles sont les facilités apportées par l'institution ?

Le stage en responsabilité est-il le lieu privilégié (obligatoire ?) du recueil des données ?

Sinon, où et comment s'effectue le recueil des données ?

Comment sont impliqués les IMF ? les conseillers pédagogiques ? les universitaires ?...

Comment sont impliqués les enseignants dont les classes sont utilisées à fin d'observation ou d'expérience pour le mémoire ?

5. Rapport avec les travaux de recherche existants sur le sujet

Comment est établie la bibliographie ? Quelles sont les exigences à ce sujet ?

4. Validation

Comment sont déterminés les jurys ?

Quels sont les niveaux d'exigence ? sur quels points sont-ils précisés ?

Lorsque le mémoire est jugé satisfaisant, y a-t-il des mentions et lesquelles ?

5. Devenir du mémoire

Le mémoire est-il simplement archivé ? Tous les mémoires sont-ils gardés au CDI ?

ANNEXE 1

IDENTIFICATION DES MEMOIRES PROFESSIONNELS

(extraits d'une grille de lecture des mémoires 93, élaborée par l'équipe de recherche interIUFM : Grenoble, Rennes et Reims, (co-responsables : C.Comiti, S.Nadot et M.Artigue)

La circulaire définissant le mémoire professionnel peut induire deux grandes catégories, non exclusives:
- a première (type A) concerne les mémoires que nous proposons d'étiqueter "initiation à une démarche de recherche", avec en général une problématique définie et un recueil de données ;
- la seconde (type B) concerne les mémoires que nous proposons d'étiqueter "proposition pour l'enseignement".

Bien entendu, on peut rencontrer des mémoires mixtes présentant des points communs avec A et B. Les mémoires "mixtes" donnent lieu à prise en considération de l'ensemble des questions concernant type A et type B.

Identification du mémoire

type A type B mixte

Mémoires de type A :

* Y a-t-il un questionnement au début du mémoire ?

- non, il y a seulement l'annonce d'un sujet d'études
- une problématique globale est présentée, sans spécification de questions précises
- une ou deux questions sont identifiées, sans être situées dans une problématique
- les questions sont identifiées et insérées dans une problématique plus globale

* Y a-t-il des hypothèses avancées par rapport aux questions posées ? oui non

* Les explications des raisons du choix de la méthodologie mise en oeuvre sont-elles
présentes oui non
pertinentes oui non

* Y a-t-il un dispositif de recueil de données mis en place ? oui non

Si non, préciser en quoi consiste le travail réalisé

Mémoire de type B :

* La proposition concerne :

- des outils d'aide à l'apprentissage
- des outils d'évaluation
- l'utilisation de nouvelles technologies dans l'enseignement
- des séquences d'enseignement
- un dispositif expérimental
- des activités expérimentales
- autres (préciser).....

* Y a-t-il argumentation ? oui non

Si oui, elle est du type :

- opinion personnelle
- référence à un problème d'enseignement
- référence à une réflexion sur la discipline (épistémologie)
- référence aux instructions officielles
- référence aux nouveaux programmes
- autres (préciser).....

* Y a-t-il eu mise en oeuvre de la proposition ? oui non

Si oui, y-a-t-il eu recueil de données ? oui non

Recueil de données (quelque soit le type de mémoire)

- a) Les données concernent
- un groupe d'élèves pendant
 - une classe
 - plusieurs classe(s) une séance
 - des enseignants plusieurs séances, combien ?.....
 - des manuels une semaine, un mois,
 - des textes historiques
 - autres (préciser).....

- b) Dans le cas où les données concernent des élèves ou des enseignants, elles ont été recueillies par le moyen de :
- observations de séances montées spécifiquement
 - observations de séances non montées spécifiquement
 - questionnaires
 - entretiens
 - enregistrements audio ou vidéo
 - copies ou autres productions d'élèves (c.r. de TP)

* Dans le cas où il y a eu observation de classe:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>* elle a été réalisée dans une classe</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> de pratique accompagnée <input type="checkbox"/> en responsabilité <input type="checkbox"/> d'un collègue <input type="checkbox"/> autre | <p>* par</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> le professeur stagiaire, lui-même acteur <input type="checkbox"/> le professeur stagiaire, un autre collègue étant acteur <input type="checkbox"/> un autre enseignant, le professeur stagiaire étant acteur <input type="checkbox"/> autre |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Analyse

Pour les mémoires de type A:

- * Y-a-t-il une analyse des données? oui non
 - * Comporte-t-elle une procédure de traitement des données ? oui non
- Si, oui, il y a
- codage des données
 - structuration des données
 - traitement statistique des données

Pour les mémoire de type B:

- * Trouve-t-on une évaluation de la proposition ? oui non
- Si oui, quel dispositif a été utilisé ?

Conclusion

- * La conclusion est-elle un discours d'opinion ? oui non
- Si non, trouve -t-on dans l'interprétation :

Mémoire type A	Mémoire type B
<input type="checkbox"/> un renvoi à la problématique de départ <input type="checkbox"/> une clarification de la question de départ <input type="checkbox"/> la formulation de nouvelles questions <input type="checkbox"/> un lien avec les pratiques professionnelles <input type="checkbox"/> une proposition d'action <input type="checkbox"/> autres (préciser)	<input type="checkbox"/> un renvoi à l'argumentation de départ <input type="checkbox"/> la formulation de questions <input type="checkbox"/> des modifications de la proposition d'action <input type="checkbox"/> autres (préciser).....

Liens avec les autres éléments de la formation

- * Y a-t-il des liens explicités avec les autres éléments de la formation ? oui non
- Si oui,
- précisez lesquels (préprofessionnalisation, dossiers professionnels de première année, formation scientifique, formation didactique, formation générale, apports de maîtres de stage, apports d'autres collègues...)
 - ils sont directement liés au sujet du mémoire pas directement induits par le sujet

ANNEXE 2

CRITÈRES D'ÉVALUATION PROPOSÉS PAR CINQ IUFM DIFFÉRENTS

IUFM 1

Chaque critère est évalué selon quatre indicateurs explicités ci-dessous, les italiques indiquant le niveau minimum acceptable

I- MEMOIRE

Forme et nature du questionnement

- 1- étude d'un thème sans formulation de question
- 2- la question est trop générale ou non pertinente par rapport aux caractéristiques du mémoire professionnel
- 3- *le questionnement est cohérent et exposé clairement*
- 4- existence d'une problématique : questionnement pertinent et en relation avec un cadre théorique

Références

- 1- pas de références dans le texte
- 2- références imprécises et/ou peu pertinentes et/ou non vérifiables
- 3- *présence de références pertinentes*
- 4- références pertinentes dans le texte avec renvoi à la liste des ouvrages consultés.

Méthodologie

- 1- inadéquation entre la méthodologie et la problématique La méthodologie n'est pas explicitée
- 2- *la méthodologie est explicitée mais elle comporte des lacunes*
- 3- la méthodologie est cohérente et pertinente mais insuffisamment explicitée
- 4- la méthodologie est explicite, cohérente et pertinente

Présentation et traitement des données recueillies

- 1- il n'y a aucune mention précise des données recueillies
- 2- les données sont présentées mais leur traitement n'est pas clair
- 3- *les données sont fournies mais leur traitement n'est pas mené à son terme*
- 4- les données et leur traitement sont pertinents par rapport à la problématique

Argumentation

- 1- l'argumentation est inexistante ou majoritairement fondée sur des opinions
- 2- *l'argumentation est cohérente mais fondée uniquement sur le traitement des données*
- 3- l'argumentation prend en compte le traitement des données et le cadre théorique de départ
- 4- l'argumentation est fondée sur la mise en relation du traitement des données et du cadre théorique

Traitement didactique de la discipline

- 1- manque de maîtrise des contenus disciplinaires liés au sujet
- 2- les contenus sont maîtrisés mais les situations utilisées sont inadaptées
- 3- *les contenus sont maîtrisés et les situations pertinentes*
- 4- la réflexion didactique tient compte des obstacles liés à l'appropriation des contenus

Conclusion

- 1- la conclusion est absente ou non pertinente par rapport à la question ou à l'argumentation
- 2- *la conclusion est pertinente par rapport à la question initiale et à l'argumentation*
- 3- la conclusion est pertinente, les éléments de réponse utilisent le cadre théorique ou ouvrent des perspectives
- 4- la conclusion est pertinente par rapport à la problématique de départ, elle relativise la portée des travaux et ouvre des perspectives

II- SOUTENANCE

Présentation orale

- 1- exposé confus et/ou factuel et/ou pointilliste
- 2- exposé clair mais uniquement descriptif
- 3- *exposé clair et synthétique*
- 4- exposé mettant en valeur l'essentiel de la démarche et des résultats obtenus

Débat-discussion

- 1- difficultés à répondre aux demandes d'explicitation
- 2- réponses ponctuelles
- 3- *réponses pertinentes*
- 4- apport d'éléments nouveaux intéressants

Intérêt professionnel du mémoire

- 1- le rapport de l'objet d'études aux pratiques professionnelles est imprécis
- 2- la relation à ces pratiques est explicite mais trop vague
- 3- *le travail effectué pour le mémoire permet une évolution de la pratique professionnelle dans la discipline*
- 4- les retombées du mémoire dépassent le cadre de la discipline.

CRITÈRES D'ÉVALUATION PROPOSÉS PAR CINQ IUFM DIFFÉRENTS

IUFM 2

Capacité à préciser le sujet d'étude

- conceptuellement
- dans le champ des pratiques professionnelles

Indicateurs

Le document traite effectivement du sujet validé par la commission d'agrément et prend en compte les précisions demandées par celle-ci.

Il existe un ou plusieurs paragraphes qui posent un problème précis avec définition claire des termes et indication des enjeux professionnels.

Capacité à analyser les situations professionnelles

Indicateurs

Le dossier fait référence à des dimensions du travail professionnel : outils, logiciels, conduites de séquences, projet d'établissement...

Les références sont intégrées à l'étude du problème (il ne peut s'agir de simples récits ou de témoignages).

Capacité à repérer le domaine de validité

- argumenter
- avoir un recul critique
- maîtriser suffisamment le contenu scientifique de base du sujet ainsi que les critères d'évaluation de la pratique.

Indicateurs

Chacune des positions avancées est soutenue par des raisons explicites et recevables dans le domaine considéré.

Il existe en conclusion une évaluation de la réponse apportée au problème posé avec indications éventuelles de prolongement.

Capacités méthodologiques

- organiser l'exposition
- organiser le travail de groupe

Indicateurs

Il existe un sommaire paginé

Les rubriques du plan sont explicites et ordonnées

Le candidat peut rendre compte de l'adaptation du plan du sujet d'étude

Lors de la soutenance, le candidat peut faire état de l'historique du travail au sein du groupe : étapes, échanges d'idées sur le sujet d'étude, choix de méthodes, évolution du travail

L'écrit indique dans le sommaire la part respective de chacun dans la rédaction

Capacités documentaires

Indicateurs

Le candidat a été capable de faire une bibliographie réduite, ciblée, utilisée et justifiée

Les éventuelles annexes sont en relation avec le corps du texte

Tout texte utilisé en citation directe ou indirecte est référencé

Capacité à respecter les normes orthographiques, syntaxiques, de mise en page ainsi que de volume

Indicateurs

Le dossier est composé de 15 à 30 pages (1500 caractères par page) hors annexes

CRITÈRES D'ÉVALUATION PROPOSÉS PAR CINQ IUFM DIFFÉRENTS

IUFM 3

Capacité à identifier le sujet d'étude

- dans le champ des pratiques professionnelles
- en référence à des domaines connus d'interrogation sur l'enseignement

Indicateurs

Le mémoire traite effectivement du sujet validé par l'IUFM et situe le problème dans le champ des références théoriques choisies
Il existe un ou plusieurs paragraphes qui posent un problème précis avec définition claire des termes et indication des enjeux professionnels

Capacité à analyser des éléments de situations professionnelles

Indicateurs

Le mémoire fait référence à différentes dimensions du travail professionnel qui sont intégrées à l'étude du problème. Il ne peut s'agir de simples récits ou de témoignages

Capacité à mettre en évidence des éléments de légitimation de la problématique adoptée et du discours produit

Indicateurs

Le mémoire présente explicitement les références théoriques et situe le travail effectué par rapport à des cadres existants

Capacités méthodologiques

- établir une problématique
- constituer un ensemble pertinent de données
- produire une analyse des données recueillies
- organiser l'exposition des résultats

Indicateurs

Le mémoire met en évidence à travers des formes d'exposition adaptées à l'articulation entre les différentes étapes du travail

Capacités de réalisation documentaire

Indicateurs

Il existe un sommaire paginé
Les rubriques du plan sont explicitées et ordonnées
Le candidat a été capable de faire une bibliographie réduite, ciblée, utilisée et justifiée
Les éventuelles annexes sont en relation avec le corps du texte
Tout texte utilisé en citation directe ou indirecte est référencé
Le mémoire est composé de 30 pages maximum hors annexes

Capacités à assurer la soutenance

- organiser l'exposé
- utiliser des outils de communication
- respecter le temps imparti
- synthétiser
- répondre avec propos aux questions du jury

Indicateurs

L'exposé s'appuie sur un document de synthèse ou bien il est conduit à l'aide du rétroprojecteur ou d'autres auxiliaires
Le professeur stagiaire ne dénature pas les faits à l'occasion des synthèses
Les réponses sont concises et pertinentes
Les réponses restent dans les limites du sujet

CRITÈRES D'ÉVALUATION PROPOSÉS PAR CINQ IUFM DIFFÉRENTS

IUFM 4

LE MEMOIRE

1. Sa présentation

La lisibilité :

- sommaire
- mise en page
- pagination
- bibliographie

La rédaction :

- clarté
- rigueur
- correction
- style
- orthographe

2. Le choix du sujet

Le problème (la question) est :

- issue d'une situation qui s'est déroulée dans la classe du professeur stagiaire
- bien identifié(e)
- bien délimité(e)

3. La problématique

- l'analyse est fondée et argumentée
- les référents théoriques sont explicités

4. Les propositions de solutions sont

- argumentées
- orientées dans une perspective professionnelle

LA SOUTENANCE (obligatoirement individuelle)

1. L'exposé

- cohérence de l'ensemble
- qualité de l'argumentation
- capacité à intéresser l'auditoire
- l'expression (clarté, rigueur, correction)
- la gestion du temps

2. L'entretien

- pertinence des réponses
- qualité de l'argumentation
- capacité à situer le sujet dans un cadre de connaissances plus large

CRITÈRES D'ÉVALUATION PROPOSÉS PAR CINQ IUFM DIFFÉRENTS

IUFM 5

DOCUMENT ECRIT (1)

Ancrage dans la pratique (le mémoire ne peut être satisfaisant si ce point est insuffisant)

Présentation générale

- sommaire
- introduction
- conclusion
- bibliographie

Correction de la langue

Pertinence des observations

Qualité des hypothèses

Qualité des stratégies (réflexion-solutions proposées)

SOUTENANCE ORALE (2)

Qualité de l'expression

Capacité d'argumentation

Conviction et engagement

PEDAGOGIE (3)

Connaissance du système éducatif

Connaissance des grands domaines de la pédagogie

Travail écrit (1)

/8

Soutenance orale (2)

/8

Pédagogie (3)

/4

Note proposée

EVOLUTIONS POSSIBLES DANS LES IUFM

PROBLEMES INSTITUTIONNELS

Atelier A 3

François BOULE
IUFM - Dijon

La finalité de cet atelier est ainsi définie : Les IUFM sont au début de leur existence. Malgré quelques essais timides et dépourvus d'évaluation, chacun tente encore de se définir. La conjoncture politique et économique, en dépit des principes fondateurs énoncés, fait que les cas de figure sont très divers et les échanges rares. Les choses ne sont, à l'évidence, pas stabilisées. Le nouveau pouvoir, quoique puissent laisser penser les rapports négatifs qui ont circulé, ne montre pas de hâte à se prononcer. Il existe donc encore une marge de jeu : il faut profiter des expériences des uns et des autres, multiplier les relations, rassembler les meilleures idées, il est encore temps de proposer.

Certaines de ces propositions peuvent concerner des aménagements locaux, d'autres porter sur des points plus fondamentaux (concours...) ou encore sur des principes de formation.

Un rapide tour de table fait état d'une grande diversité géographique* et statutaire (IMF, IEN, CPAIDEN, PIUFM, IGEN,...).

Les problèmes soulevés sont nombreux; ils concernent :

* (Aix les Bains, Aix-Marseille, Argentan, Arras, Beauvais, Bourg-en-Bresse, Chambéry, Clermont-Fd, Dijon, Grenoble, Laon, Limoges, Lyon, Nice, Nyons, Orléans, Paris, Pau, Privas, Rennes, Valence)

- les relations entre Centre Académique et centres départementaux (éloignés et menacés),
- la définition des fonctions : en particulier PIUFM et IMF,
- l'alternance (pour les P.E. pas de feedback du stage en situation),
- le recrutement (comment admettre un minimum de scientifiques ?),
- les contenus (volume de la formation),
- la certification (cohérence formation / évaluation),
- la position (et le rôle) du Concours dans le cursus,
- le relation entre formation initiale et formation continue.

Il est clair que la définition des IUFM recouvre un certain nombre d'ambiguïtés congénitales.

Les formations P.E. et P.L.C. ont beaucoup de traits *apparents* communs (alternance, concours à mi-temps comportant une épreuve théorique et une épreuve pédagogique, constitution d'un mémoire...), mais ces traits masquent des différences profondes, historiques et structurelles :

- les IMF constituent un corps stable de maîtres expérimentés, recrutés sur examen, alors que les Conseillers-Tuteurs sont des volontaires, sans statut véritable, dépendant des IPR, et les implantations de PLC2 sont très volatiles.

- le recrutement des uns est départemental, alors que celui des autres est national; il en résulte parfois des stratégies individuelles de formation (passer par le concours P.E., puis le CAPES interne) destinées à éviter le Mouvement national. Ces stratégies ont d'ailleurs un effet plutôt favorable sur le recrutement P.E., en y maintenant des scientifiques.

- Le "rapport au savoir" (mathématique) des uns et des autres est différent (les uns "généralistes", les autres "spécialistes") ainsi que leur mode d'intervention devant les élèves (interventions brèves devant plusieurs groupes ou prolongée devant un seul).

Concours et contenu de formation.

La présence d'une épreuve pédagogique manifeste la prise en compte d'une composante professionnelle ; en ce sens il s'agit d'un progrès. Toutefois la position du concours et sa forme actuelle entraînent des effets fâcheux :

- la partie "théorique" conduit à un bachotage qui n'est pour la plupart des PE qu'une remise à niveau élémentaire,

- la partie pédagogique est plutôt inspirée d'un discours sur la classe que d'une pratique réelle; elle conduit même a-t-on pu dire, à éloigner de la pratique réelle. De plus la préoccupation en première année est celle de l'étudiant qui doit franchir un concours, et non celle de l'enseignant stagiaire à qui est confiée une classe. Le sentiment général est que les P.E. sortant sont moins bien armés vis à vis de la pratique.

Comment définir des contenus de formation ?

Un "programme" est ici entendu comme un *ensemble de principes directeurs*, et non comme un recueil de notions. Ce programme vise à :

1. réconcilier les étudiants (non scientifiques en particulier) avec les mathématiques,

2. développer des attitudes (conjecturer, chercher, exprimer, construire...),

3. élaborer et analyser des pratiques professionnelles.

A quelques exceptions près (Rennes...), et du fait du poids et de la position du concours, il semble que le volume de la formation professionnelle est plus réduit que naguère.

Enfin, on s'accorde à penser que la formation professionnelle n'est pas achevée à la certification. Il convient donc d'articuler Formations Initiale et Continue : on ébauche l'idée d'un contrat de formation continuée.

L'idée est avancée que le volume et la durée de formation sont des paramètres disjoints; le volume seul n'est pas significatif : 200 heures ramassées sur 10 semaines consécutives ou étalées sur 3 années ne peuvent conduire aux mêmes résultats. Pour quoi ne pas **découper** des unités de formation et les **dérouler** sur une durée supérieure à deux années, en fonction des des priorités rencontrées : le concours, l'observation de la classe, le stage en situation, etc. Il devrait en résulter un programme de formation continuée qui prolongerait (en une véritable alternance) réflexion pédagogique et contenu théorique. Ce qui suppose :

- une typologie des stages de formation continuée en :

- » prolongation de formation initiale
- » approfondissement, ouverture, recherche ... sur des domaines particuliers

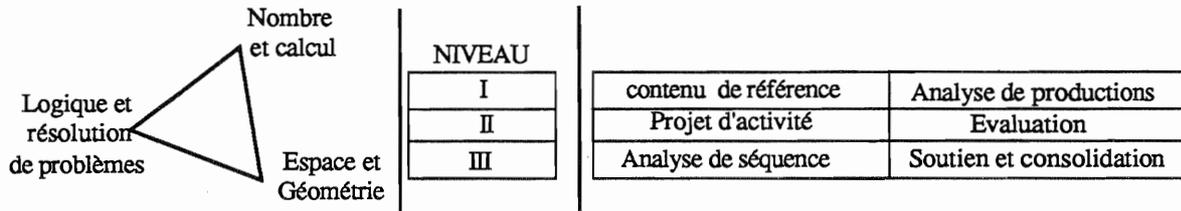
- » ouvertures "culturelles" sur des domaines plus éloignés de la pratique quotidienne.

- des recrutements résolument dissociés pour ces trois types.

- une certaine homogénéité des formations et stages proposés dans les différents IUFM.

Le découpages des unités de formation resterait à faire selon diverses composantes : Parmi la cinquantaine de combinaisons possibles, on pourrait retenir une vingtaine

de modules, le déroulement de ce programme tenant compte de la structure d'ensemble du cursus.



Concours

La position et le poids du concours sont longuement discutés. Tel qu'il est, il entraîne en première année une tendance au bachotage (sans résultat très évident, le "niveau licence" n'étant pas une référence significative) et l'épreuve pédagogique, hors pratique réelle, tourne à l'exercice de style. Reste donc une année (c'est-à-dire en fait les six mois qui précèdent le stage en responsabilité) pour la formation professionnelle effective. L'épreuve professionnelle peut faire figure d'alibi pour justifier la position du concours à mi-temps.

Revenir au concours initial de recrutement serait plus clair mais peu réaliste : le concours avait fonction de barrage, mais il implique de fonctionnariser deux années au lieu d'une.

La préparation à l'écrit ne peut avoir pour ambition une mise à niveau que 2000h de pratique scolaire (en moyenne) n'ont pu obtenir.

Pourquoi ne pas décomposer alors le Concours en deux phases disjointes ?

L'une écrite (au bout d'un trimestre) aurait pour fonction de faire *barrage* aux niveaux tellement insuffisants (en Math et Français p.ex.) qu'une année de compléments ne pourrait suffire à les compenser; l'autre (en fin de première année) d'établir un *pronostic* sur les capacités pédagogiques (en n'abordant qu'une partie des situations

d'enseignement), prenant mieux en compte les capacités d'animation, les expériences passées liées à des rapports sociaux, etc. Mais alors échouer à la première partie revient à perdre une année...

On revient presque à la configuration de la fin des années 80 avec sessions de préparation au Concours. Ceci reviendrait à conduire parallèlement "préprofessionnalisation" et remise à niveaux, antérieurement à l'entrée à l'IUFM. Au demeurant, il peut sembler contradictoire que l'IUFM en tant que tel ait pour fonction de restituer le niveau de compétence requis par l'écrit du Concours (et qui relève à l'évidence de l'enseignement obligatoire).

Dans tous les cas, les critères d'allocation et de recrutement devraient être clairement énoncés, même si [ou quoique] la sélection et les flux soient géographiquement très variables.

Alternance

Elle s'exprime selon deux composantes : à l'intérieur de la période de formation, et dans le va-et-vient exercice du métier / formation continue.

Dans la première période, elle associe formateurs/terrain/ formés dans des configurations variées : stages d'observation ou en responsabilité (néanmoins différentes selon qu'il s'agit du Premier ou du Second Degré).

La situation du stage en responsabilité en fin de cursus présente inconvénients et avantages :

- elle prive d'une analyse continue et d'une exploitation formative,
- elle évite pendant les mois qui précèdent la préoccupation exclusive de la conduite de la classe (que l'on observe en début d'année pour les PLC2).

Le problème est le suivant : il est souhaitable de mettre le professeur-stagiaire au contact de la diversité des niveaux d'enseignements, des publics, des styles pédagogiques afin qu'il établisse sa propre pratique en fonction de lui-même et des conditions qu'il sera amené à rencontrer. Faute d'explorer cette diversité en extension, il convient de construire des outils d'analyse et de comparaison qui lui éviteront de seulement reproduire, ou d'être absorbé par le modèle dominant dès ses débuts. Comment alors condenser cette diversité en un petit nombre de situations significatives ? Le concept de "pratique accompagnée", indépendante des stages d'observation et développée sur une longue période (éventuellement dès la

première année, et au-delà de la seconde) retient l'attention. Il suppose la constitution de petites équipes, à l'intérieur desquelles les rôles sont clairement définis, de formateurs, de conseillers, d'un groupe de stagiaires.

Validation / certification

Le principe consistant à dissocier les deux n'est pas remis en cause, la première revenant à l'IUFM, et l'autre à "l'employeur". Par contre si les critères de la validation sont annoncés et intégrés dans la formation, il n'en est pas de même de ceux de la certification, qui devraient être également annoncés et intégrés.

Dans le Second Degré, l'inégalité des certifiés et agrégés devant la validation est paradoxale et préjudiciable à l'IUFM.

Ce qui précède ne saurait être considéré comme un compte-rendu, mais plutôt comme une *conséquence* des débats tenus à l'occasion de l'atelier A3 (parmi beaucoup d'autres possibles, sans doute). Les propos tenus n'engagent donc individuellement que leur rédacteur.

LES SUJETS DE CONCOURS PE1

INFLUENCE SUR LA FORMATION EN PREMIÈRE ANNÉE

Atelier A 5

Jacques PAPADOPOULOS
Agrégé de Mathématiques
Directeur du CDDP de l'AUDE

1. Diversité des formations
2. Homogénéité des sujets.

Volet 1

Volet 2

1. DIVERSITE DES FORMATIONS

La création des I.U.F.M a, semble-t-il, accéléré la disparité dans l'organisation des modules de mathématiques selon les académies : horaires (de 36 à 80 heures pour les enseignements obligatoires), mode d'exposition (cours magistral, travaux dirigés...), existence ou non de module de soutien (dans le cadre du Crédit Individuel de Formation).

Témoin de cette diversité : le tableau ci-dessous qui précise également, pour certains I.U.F.M, le nombre de candidats au concours, le nombre de postes et l'horaire des étudiants de deuxième année.

- HO. horaire obligatoire
- CM. horaire en cours magistral
- TD. horaire en travaux dirigés
- C.I.F. horaire en soutien
- CB. nombre de concours blancs
- C. nombre de candidats au concours
- P. nombre de postes mis au concours
- PE2. horaire des PE2

I.U.F.M	HO	TD	CM	C.I.F	CB	C	P	PE2
Nice	60	48	12	30	3	985	240	42
Nantes	50	50		9	1			35
Rouen	60	60		40	1	1000	400	40
Gravelines	70	70		30	2			48
Lille	70			18à36	1	1600	800	50
Arras	70	70		30	0			25
Douai	80, 90							50
Amiens	60	40	20	0	0	1000	450	30
Aix	72	72		20	3	1400	362	32
Strasbourg	36	36			1		220	40
Caen	60	60		40		0		50
Rèunion	72	72		24	0		220	36
Paris	88	88		24	1	1400	190	44
Bordeaux	80	70	10	30	1	2978	435	55
Reims	40	40	30			409	115	30
Besançon	60	45à52	8à15			500	250	60
Creteil	80	80		30	1	2400	700	48
Grenoble	80	80		20	1	1500	500	30
Versailles	72	72		12à24	1			42
Cergy	72	72		6à12	1			44
Antony	72	62	10		1			42
Etiolles	72	48	24	24	1			40
Limoges	60	60		24				40
Rennes								
Nancy	60							48
Montpellier								

2. HOMOGENEITE DES SUJETS

Au vu de cette hétérogénéité dans l'organisation des modules on s'attend à une diversité non moins grande des thèmes, des types de documents proposés aux candidats. Eh bien non ! Les sujets, à quelques exceptions près bien sûr, se répartissent selon quelques types bien repérables. Voyons les données portant sur 26 académies (*La somme des nombres de sujets répertoriés n'est pas égale à 26...certains ne sont pas classables*).

VOLET 1

géométrie

Présente dans 23 sujets sous la forme de :

- reproduction avec le modèle
- reproduction sans modèle; avec parfois la nécessité d'utiliser des connaissances sur les quadrilatères, sur Pythagore ou sur Thalès
- calculs de mesures (périmètre, aire)
- considérations sur l'espace, l'étude, la réalisation de patrons
- applications de Thalès dans l'optique de la droite des milieux.

proportionnalité, pourcentage, fonctions

Présents dans 21 sujets sous la forme :

- strictement calculatoire
- exploitation graphique conduisant à l'écriture d'équations de droites.

ensemble de nombres

Présent dans 15 sujets sous la forme :

- strictement calculatoire
- diviseurs, multiples, division euclidienne
- critères de divisibilité
- congruence
- équations, systèmes.

VOLET 2

type de document proposé aux candidats et type de travail demandé

- analyse de travaux d'enfants (6 sujets)
- analyse d'énoncés d'exercices, de problèmes (3 sujets)
- analyse d'une seule séquence (6 sujets)
- comparaison de plusieurs séquences (2 sujets)
- analyse de travaux d'enfants et étude d'une fiche d'activité associée (2 sujets)
- des inclassables...

niveau

Les trois-quarts des documents se rapportent au cycle 3, un-quart au cycle 2 et un seul sujet au cycle 1 (mais au choix avec un autre).

thème

- proportionnalité (7 sujets)
- multiplication (4 sujets)
- addition (1 sujet)
- nombres, numération (3 sujets)
- situation problème (2 sujets)
- géométrie (1 sujet).

genre des questions posées

- quel est le concept sous-jacent à un exercice, à une activité...?
- quels sont les objectifs visés, sont-ils conformes aux I.O, aux programmes, aux compétences de fin de cycle ?
- quelle est la place d'une activité donnée dans la progression, s'agit-il d'une activité de découverte, d'application, d'approfondissement ?
- quel types de procédures les enfants sont-ils conduits à utiliser : de calcul, de résolution ?
- rédaction d'un exercice d'évaluation
- relevé et classification des types d'erreurs commises
- rédaction d'un exercice de remédiation
- comparaison de deux extraits sur le plan des contenus, des démarches mises en oeuvre
- analyse d'une séquence par rapport à la nature de la tâche.

SCENARIOS DE FORMATION PE2

Atelier A 6

Linda SALAMA
IEN- Rennes

Cet atelier s'est déroulé sous la forme d'échanges autour des actuels plans de formation dans les IUFM.

Le débat a porté sur quelques remarques contradictoires, en essayant de dégager "des éléments positifs et négatifs liés à la création des IUFM".

1 - DES POINTS POSITIFS

"du côté" des formateurs et du plan de formation

- La création des départements de mathématiques est un 'plus' en terme d'enrichissement culturel.

- On a du tenir compte des différences entre formateurs de mathématiques (à Créteil).

- La contrainte d'homogénéisation entre formateurs permet la définition d'outils de travail.

- L'articulation par les cycles.

- La mise en place des IUFM a permis :

* de préciser les modes de fonctionnement de façon globale et plus sensiblement que dans les écoles normales ;

* de poser la question de la formation des formateurs (remise en cause des modèles des formateurs) ;

* de régler le problème de l'évaluation.

- Intérêt de la co-intervention "psychopéda et math".

- Le mémoire peut être un approfondissement.

"du côté" des étudiants-candidats

- Une grande motivation pour les mathématiques.

- L'élan dû au concours fait apparaître :

* une adhésion aux mathématiques

* un effort d'analyse sur les questions professionnelles (même si cela a un caractère de bachotage).

- Constat d'une dynamique certaine des étudiants, de leur adhésion à l'aspect formation professionnelle et une meilleure réflexion théorique

- La première année permet de construire une homogénéité des connaissances.

"Du côté" des professeurs des écoles stagiaires (PE2)

- L'appui sur le travail de première année est possible en deuxième année : groupe très dynamique.

- Les PE2 sont plus motivés que les PE1.

2 - DES POINTS NEGATIFS

“du côté” des formateurs et du plan de formation

- La difficulté de faire des choix, dans le plan de formation, pour dégager une répartition pertinente entre le notionnel de première année et le notionnel de deuxième année: la place du concours.

- Prise en compte insuffisante du cycle 1.

- L'évaluation différente entre les divers groupes d'un même IUFM.

- L'évaluation est trop sur dossiers.

- Formation insuffisante s'il n'existe pas de liaison entre FI et FC.

- Plus de pont avec d'autres disciplines "*Je ne fais plus que des maths*".

- Pas assez de relation avec les classes et la difficulté de lien entre théorie-pratique vu la masse horaire et le temps de formation (trop court et trop morcelé).

- Les IMF sont moins disponibles car très sollicités (dégradation des liens avec le terrain).

- les stages des PE1 échappent à la formation.

- Il n'y a plus d'initiatives locales possibles (contrairement à ce qui était possibles dans les écoles normales).

- La centralisation trop forte entraîne un manque de souplesse dans l'organisation.

“du côté” des professeurs des écoles stagiaires (PE2)

- Les Maîtres auxiliaires (MA) recrutés ont des pratiques inadaptées au primaire.

- Difficultés d'intégrer les nouveaux n'ayant pas fait de première année.

- Peu de transfert de la didactique de première année en deuxième année.

- Difficultés de mener une réflexion didactique, alors même que pour le concours ils ont su bachoter. La transposition est correcte sur document mais beaucoup moins en classe (est-ce la forme du concours ?).

- Des étudiants se retrouvent en stage en responsabilité après une seule semaine en tutelle soit sans aucune pratique de classe.

- “Désastre” sur le terrain.

3 - LE CONSTAT, POSITIF, DE LA CAPACITÉ D'ANALYSE DES ETUDIANTS S'ACCOMPAGNE DU CONSTAT, NEGATIF DE DIFFICULTÉS DE GESTION DE LA CLASSE

Une distorsion entre la préparation de la classe et sa réalisation, apparaît de façon suffisamment fréquente pour que l'on s'interroge. Des étudiants arrivent bien à repérer des dysfonctionnements, en tant qu'observateur, mais ne savent pas gérer leur propre pratique. POURQUOI ?

Une hypothèse: du côté didactique on fait un travail d'analyse souvent indépendant d'un contexte de réalisation. Ne faudrait-il pas mener les activités analytiques et l'activité de front ! ?

A ce sujet il est intéressant de noter les différences de questionnement entre les PE et les FPS, ces derniers ont des certitudes, un capital d'expériences qui viennent de l'action et ce capital leur sert pour analyser.

La didactique vient de personnes ayant du métier, cette didactique “parle” aux IMF car leurs outils pédagogiques ne ressemblent pas à ceux des débutants : "on n'a pas de didactique du débutant" . Un travail sur les

outils professionnels des débutants serait nécessaire.

La didactique est un éclairage parmi d'autres, il n'est pas évident que c'est tout de suite un plus et que le transfert dans la classe se réalise.

On doit envisager une évaluation sur le long terme (le stage de 4 ou 5 semaines en responsabilité ne le permet pas) pour comprendre en profondeur cette difficulté de transfert dans la classe : par exemple qu'est-ce qui relève de la formation et/ou de l'environnement social, institutionnel ?

4 - L'ENQUETE SUR LES IUFM.

A partir des réponses au questionnaire fournies par six IUFM, on peut relever les éléments suivants :

- Il existe un plan académique.
- En 92-93 l'horaire de mathématiques varie de 90 à 150 heures pour les PE1 et de 39 à 100 h pour les PE2.
- En 93-94 l'horaire de mathématiques varie de 80 à 120 heures pour les PE1 et de 30 à 80 h pour les PE2.
- L'évaluation est propre à chaque formateur ou à chaque site plus rarement à l'ensemble des sites. Elle se présente sous diverses formes (devoirs libres, sur table, dossier.....).

UTILISATION DES CALCULATRICES ET DE CABRI-GEOMETRE EN FORMATION

Atelier A 7

Philippe CLAROU
IUFM - Grenoble

PRESENTATION ET ORGANISATION DE L'ATELIER

Après un rapide tour de table, l'organisation des trois séances prévues a été fixée ainsi :

Séance 1 : Utilisation des calculatrices en formation PE1 et PLC2.

Séance 2 : Présentation succincte de Cabri-Géomètre et de son utilisation en formation PE1.

Séance 3 : Utilisation des calculatrices dans les classes.

SÉANCE 1. UTILISATION DES CAL- CULATRICES EN FORMATION

En PE1 :

A Grenoble, dans le cadre du module nombres décimaux nombres réels, quatre groupes de PE1 ont utilisé un document de formation intitulé "nombres et calculatrices". Ce document permet un travail avec une calculatrice de type scientifique sur l'organisation des calculs, le rôle des touches (opération ou fonction), les différents affichages, leurs capacités et leurs limites. Cette formation propose une certaine approche des rationnels, des irrationnels et de leurs approximations décimales. En particulier, la calculatrice devrait apparaître comme faisant des calculs dans \mathbb{D}_{16} ou

\mathbb{D}_{14} . Si $(\sqrt{2})^2 \equiv 2$, c'est simplement par suite d'une certaine interprétation du résultat déterminé par la machine. Il a paru important, pour les enseignants de Grenoble, qu'un futur professeur d'école sache situer les fractions et les quotients approchés par rapport aux rationnels. De plus l'utilisation des calculatrices et une réflexion succincte sur leur fonctionnement permettent de réactualiser les connaissances sur fractions, rationnels et réels.

Les calculatrices ne donnent pas lieu à une formation particulière relative à leur maniement mais sont utilisées tout au long de la formation comme un outil.

En PLC2 :

Dans des modules de formation PLC2, il est présenté une typologie des calculatrices actuellement en usage :

- calculettes 4 opérations : pas de priorité, pas de parenthésage et mémoire cumulative M_+ M_- . En particulier, à quoi servent ces touches de mise en mémoire ?
- calculatrices dites "scientifiques" : parenthésage, priorité de la multiplication, notation scientifique.
- calculatrices avec éditeur d'expression : le calcul porte sur toute une expression préalablement écrite à l'aide des touches de la machine ; ce n'est pas le résultat d'une

séquence de touche. L'expression peut être reprise, corrigée, modifiée.

Les calculatrices peuvent avoir en outre des modes de fonctionnement différents : certaines peuvent être programmables ou même avoir des possibilités graphiques.

On a aussi envisagé dans cette formation, les conséquences didactiques pouvant résulter de l'utilisation des calculatrices pour l'approche ou la présentation d'une notion. Par exemple, au collège, l'approche de l'énoncé de Pythagore ou du rapport de projection orthogonale (cosinus) ne se fait sûrement pas de la même façon si l'on intègre l'usage de la calculatrice. Il peut en être de même pour l'approche de la notion de fonction en 3ème ou en 2de. De façon un peu sommaire certes mais cependant réaliste, on peut dire que les calculatrices ne sont souvent pas prises en compte par l'enseignant, que les élèves les utilisent de façon très peu performante et souvent approximative. Les stagiaires PLC2 de mathématiques eux-mêmes les connaissent très mal.

SÉANCE 2 : PRÉSENTATION SUC-CINCTE DE L'UTILISATION DE CABRI-GÉOMÈTRE EN FORMATION PE1

A Grenoble, le logiciel Cabri-Géomètre a été utilisé avec quatre groupes de PE1 durant 6h pour une formation permettant de réactualiser quelques connaissances géométriques. Nous avons pris connaissance du document accompagnant cette séquence.

La 1ère séance (2h) consiste en une approche rapide du fonctionnement du logiciel et quelques exemples très simples de réalisation de figures géométriques. La possibilité de déplacement des points de base permet de voir que seules les propriétés utilisées pour la construction sont conservées. Ceci illustre bien, nous semble-t-

il, le point de vue géométrique qui consiste à étudier des figures et non des dessins.

La 2ème séance (2h) propose la réalisation d'un certain nombre de constructions illustrant quelques propriétés étudiées en géométrie : la médiatrice d'un segment comme ensemble des points équidistants de deux points donnés, les axes de symétrie d'un segment, d'un triangle, les conditions d'existence du centre de symétrie d'un quadrilatère, la somme des angles d'un triangle.

Enfin, dans une troisième partie (2h), l'observation de quelques figures particulières met en évidence certaines propriétés moins immédiates (alignement, parallélisme, ...) qui restent vérifiées lorsque on déplace les points de base. Une telle constatation doit déboucher sur la recherche d'une démonstration des propriétés observées.

Lors de cette séance d'atelier, nous avons seulement pu illustrer quelques constructions à l'aide de Cabri et quelques exercices proposés dans la formation décrite.

SÉANCE 3 : UTILISATION DES CALCULATRICES DANS LES CLASSES

La calculatrice dans la classe peut apparaître sous deux aspects :

- "objet d'étude" : l'organisation des calculs, la maîtrise de son utilisation, l'utilisation des mémoires, les touches fonctions, etc.
- "outil" : approche de la division par recherche de multiples à l'aide d'une calculatrice.

Lorsqu'on parle de l'utilisation des calculatrices dans les classes, il paraît souhaitable de préciser sous lequel de ces deux aspects elles apparaissent.

Quelle utilisation à l'école, au collège, au lycée ?

Nous avons d'abord fait un bilan rapide de l'utilisation effective des calculatrices dans les classes à l'école élémentaire et dans l'enseignement secondaire.

Utilisation des calculatrices à l'école élémentaire

Actuellement, les calculatrices semblent moins utilisées par les maîtres qu'il y a une dizaine d'années. Il n'en est pas de même pour les enfants qui ont accès, la plupart du temps chez eux, à une ou plusieurs calculatrices plus ou moins performantes. Quand le prix des calculatrices "4 opérations" est devenu abordable, de nombreux maîtres se sont intéressés aux calculatrices, à leur mode de fonctionnement et à leur utilisation en classe : facteur constant, rôle et utilisation des mémoires, priorité des opérateurs, ...

Plusieurs brochures ont été publiées sur ce sujet : APMEP, IREM, INRP, Grand N.

La calculatrice était alors un objet d'étude en classe et elle donnait lieu à des activités spécifiques. Il semble que les problèmes de gestion dans une activité de classe aient refroidi les ardeurs des premiers temps, notamment le contrôle des séquences de touches réellement tapées par les enfants, la diversité des modèles et de leur fonctionnement, la difficulté à organiser la réflexion en commun pour une activité essentiellement individuelle. Devant la complexité des problèmes soulevés (fallait-il changer l'approche des techniques opératoires ? ...) et le souci de l'époque de se recentrer sur les objectifs de l'école, les calculatrices ont été peu à peu délaissées à l'école élémentaire tout au moins.

Utilisation des calculatrices au collège

La situation est légèrement différente dans le premier cycle des collèges puisque les calculatrices sont indispensables en 4^{ième} pour trouver une valeur approchée d'une racine carrée ou pour évaluer un cosinus. Il y a donc un usage intensif des calculatrices mais il semble qu'elles ne font que très

rarement l'objet d'un enseignement spécifique. Les élèves apprennent seuls à les utiliser ; ainsi ils ne maîtrisent pas toujours l'utilisation des touches de fonctions ni les différentes règles de priorité. Ils font leurs calculs souvent très rapidement et sans réfléchir à une utilisation rationnelle et efficace de cet outil. Ils arrivent tant bien que mal à obtenir des résultats à peu près corrects dans la majorité des cas. Ils utilisent souvent un très grand nombre de parenthèses. Ils n'utilisent que très rarement la ou les mémoires et ils doivent parfois recopier des résultats partiels. Ils n'ont presque jamais de procédures de contrôle. Pour justifier la non prise en compte de l'apprentissage de l'usage des calculatrices, les enseignants invoquent généralement la multiplicité, la diversité des modèles de machines ainsi que la difficulté de la gestion en classe entière d'une activité complètement individualisée.

Choix de matériel

Nous avons abordé les problèmes de matériel :

- Faut-il avoir un seul modèle de calculatrice ? Si oui, lequel ?
- Doit-on utiliser une machine respectant la priorité de la multiplication sur l'addition ?
- Imposer un modèle de calculatrice qui reste dans la classe n'empêche-t-il pas de récupérer tout le savoir qui se construit en dehors de l'école ?
- La calculatrice est un outil d'accompagnement, un support pédagogique dont les particularités sont souvent supposées connues et maîtrisées. L'attention se porte essentiellement sur l'activité à laquelle la machine contribue. Ne faut-il pas consacrer plus de temps à la compréhension et à la maîtrise du fonctionnement ?

Quelques exemples d'activités à l'école élémentaire.

- En Grande Section de Maternelle

L'observation de l'affichage d'une calculatrice peut donner lieu à une reconnaissance des symboles utilisés, du graphisme particulier des "chiffres-bâtons".

- Exemples d'activités au CP

- On commence généralement par présenter le fonctionnement de la calculatrice :
ERMEL CP ; IREM de Lorraine, calculatrice au CP.
- Réaliser des opérations dont le résultat est connu. Que fait la machine ? Des opérations. Qu'est-ce qu'une opération ?
- Poser sur la machine une opération préalablement écrite au tableau. Taper les chiffres, respecter l'ordre ... Tout le monde n'obtient pas le même résultat. Pourquoi ? Que fait la calculatrice ? Que ce qu'on lui dit !
- Étendre le champ numérique.
- Travail sur successeur et précédent d'un entier ; compter de 2 en 2, ...
- Modifier un chiffre de l'affichage sans effacer ni le réécrire. Lien avec la numération.

Quelques questions qui se posent à ce niveau :

- * Différence entre le signe = de la machine (quand il existe) et sa signification mathématique.
- * Différence entre séquence de touche et écriture mathématique. L'usage des calculatrices ne renforce-t-il pas des écritures comme $3 + 2 = 5 \times 7 = 35$?
- * La calculatrice n'offre-t-elle pas l'occasion de travailler sur la compréhension de la numération, et ceci avant même d'avoir abordé les techniques opératoires de calcul posé ? R. Brissiaud propose dans un article "Repenser la numération à l'école" paru en Septembre 90 dans le "Journal des Instituteurs" de privilégier dans un premier temps des activités de calcul pensé ou réfléchi, de différer le plus possible l'apprentissage du calcul posé. Comprendre

la numération écrite est long et difficile. De ce fait, lorsqu'il est confronté trop tôt à l'apprentissage des techniques d'addition posée, l'enfant le perçoit de façon complètement mécanique, sans lien avec la numération. La calculatrice permet d'étendre facilement le champ numérique maîtrisé, donnant ainsi accès à de multiples situations problèmes intéressantes sans nécessiter la mise en place des techniques opératoires habituelles.

* La calculatrice privilégie plus le calcul sur les nombres que le calcul sur les chiffres (technique écrite).

- Exemples d'activités au CE

- découverte de régularité sur les nombres, addition de nombres pairs, de nombres impairs, addition itérée et décalage ($7 + 7 + \dots + 7 = 70$!).
- travail sur la multiplication par 10.
- expérimentation de $+ 0$, $+ 1$, $\times 0$, $\times 1$...
- outil permettant d'approcher l'algorithme de la multiplication posée.

Quelques questions qui se posent à ce niveau :

- * Faut-il refuser des écritures comme $127 - 13 - 7$ qui se traduisent très facilement sur la machine ? Doit-on imposer $127 - (13 + 7)$?
- * L'usage de la calculatrice est-il libre ou n'est-elle utilisée que lorsque le maître le dit ? Pourtant quand un enfant utilise une machine, il ne fait pas n'importe quoi. N'a-t-on pas tous divers témoignages de réactions d'enfants intrigués par tel résultat ou tel essai effectué ?
- * Puisque le calcul de $13 - 47$ s'effectue sans problème, doit-on parler des nombres négatifs ? Peut-on dire que ces nombres existent mais qu'ils seront étudiés plus tard ?
- * Avec cet outil, le coût de l'exploration du domaine numérique est faible. La possibilité d'essais nombreux ne favorise-t-elle pas la compréhension de situations problèmes ?

- Exemples d'activités au CM

Le temps a manqué pour échanger à propos de ce niveau. Nous avons seulement convenu que tout le champ des décimaux et de la division se prête aisément à son utilisation. Les calculatrices peuvent changer complètement l'approche de la proportionnalité. En particulier elles permettent aux enfants de se dégager des opérations, de leurs algorithmes pour se concentrer sur les relations elles-mêmes.

CONCLUSION

Il a paru indispensable que ce travail soit repris et approfondi lors du prochain colloque IREM-IUFM. Pour aboutir à un travail plus exhaustif et plus en profondeur, il est souhaitable de centraliser les comptes rendus d'expérimentations conduites dans les classes. Je vous propose donc de me faire parvenir un exemplaire de tout document même sommaire relatif à l'utilisation des calculatrices avec des élèves.

VERS LE RAISONNEMENT DEDUCTIF AU COLLEGE

(suivi de Besançon)

Atelier A 8

Michèle MARTIN
IREM de Toulouse

L'atelier a été fréquenté par une quinzaine de participants.

Dans un premier temps, il fut rappelé les différentes approches effectuées par le groupe l'année précédente.

- Définition d'un certain nombre de termes : raisonnement - argumentation explication - démonstration - déduction.

- Rappel très bref (documents à l'appui) de recherches existantes en matière de démonstration. Une approche analytique de R. Duval (IREM de Strasbourg) avait été exposée d'une manière succincte.

Ensuite, à partir de l'analyse des difficultés que peuvent rencontrer les élèves appelés à «faire des démonstrations», il fut proposé des stratégies d'approche de la démonstration au collège, au travers des trois activités suivantes:

Activité 1 : géométrie 6ème - premiers objectifs.

Activité 2 : compréhension des questions posées en géométrie.

Activité 3 : programme de construction.

Cf. : «Cumuler des savoirs ou des savoir-faire ou développer des capacités»

brochure n° 148 (IREM de Toulouse).

GEOMETRIE 6ème - PREMIERS OBJECTIFS

Cette activité a encore sa place en 5ème et 4ème dans d'autres «leçons»

I - Place de cette activité

1 - Voir l'organigramme page suivante.

- Les numéros des flèches repèrent une certaine chronologie dans les objectifs.

- Les doubles flèches veulent suggérer que la progression n'est pas linéaire pour autant : les élèves construisent savoirs et savoir-faire dans le cadre de tout type d'activité.

2. De façon plus précise cette activité est proposée après des séquences d'apprentis-

sages sur parallélisme et perpendicularité, d'institutionnalisation des connaissances à retenir et d'une activité méthodologique sur «apprendre une leçon de géométrie.

II - Objectifs de cette activité d'évaluation formative

1 - Amener l'élève à autoévaluer la pertinence de ses premières représentations des notions de données et de déductions et de leur fonction.

2 - Favoriser l'émergence et l'appropriation de critères de réussite par co-évaluation et confrontation entre pairs.

3 - Aider à la mise en projet, en général difficile pour ce type de travail en :

- associant connaissances et savoir-faire
- en donnant vie au destinataire du texte explicatif qui devient concrètement le pair qui a besoin de toutes les explications (puisqu'il confond par exemple trapèze et parallélogramme)
- prenant en charge une partie du travail de «restitution» des connaissances, ce qui permet à chacun de s'investir dans la tâche.

4 - Solliciter des opérations mentales spécifiques

- évocation du produit attendu (pour faciliter l'exploration et la prise d'indices)
- analyse/synthèse, par comparaison des différentes manières de communiquer et d'utiliser les données (codage de la figure, si possible liste des données, place des données dans un énoncé de problème et rôle des données dans le choix du théorème).

5 - Permettre au professeur de prendre des décisions pour la poursuite de l'apprentissage

III - Déroulement

1 - Contrôle individuel.

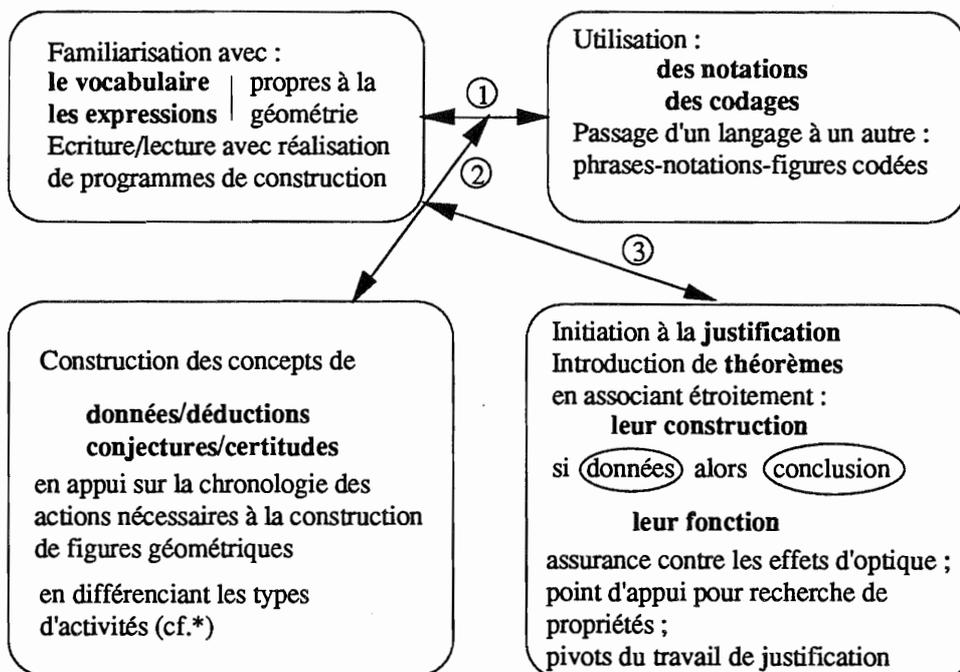
2 - Par groupe de quatre, relever les réussites et erreurs de 4 copies d'élèves avec production d'un transparent.

3 - Confrontation des transparents pour faire établir par les élèves une liste de critères de réussite.

Cette liste permet de construire ensemble (élèves-professeur) une feuille d'auto-évaluation que chaque élève utilisera lors de prochains contrôles similaires (médiatrice d'un segment, symétrie orthogonale...).

IV - Remédiation

Pour les élèves en grandes difficultés (stade d'une perception globale de toutes les propriétés de parallélisme et perpendicularité sans notion ni de chronologie ni de causalité) une activité de remédiation peut-être organisée, basée sur la pédagogie du détour.



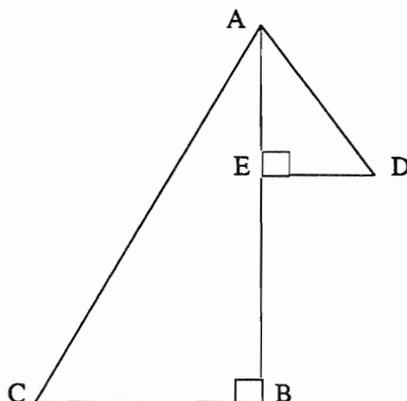
* Reproduction d'une figure donnée, à l'aide de mesures, pour obtenir une figure superposable. Reproduction d'une figure codée, exacte ou à main levée, en utilisant uniquement les données codées sur la figure ou à prélever dans un texte.

Réalisation de figures exactes ou à main levée, à partir des données d'un texte et sans faire de «cas particulier», c'est-à-dire sans introduire des données parasites.

I - Complète le tableau

Figures	Données	Déductions	Théorèmes
	$D \parallel (uv)$ $(uv) \parallel D'$		Si deux droites D et D' sont parallèles, toute droite Δ perpendiculaire à l'une D est alors perpendiculaire à l'autre D'

II - Problème



Données

ABC est un triangle rectangle en B.
 AED est un triangle rectangle en E.

Question

Trace le quadrilatère CEDB en vert.
 Quelle est la nature de ce quadrilatère ?
 Justifie ta réponse.

COMPRÉHENSION DES QUESTIONS POSÉES EN GÉOMÉTRIE

I - Niveau

6ème premier trimestre ; 5ème d'élèves en difficulté.

II - Objectifs

2.1 Apprendre à formuler des questions en géométrie pour mieux savoir les lire : lier

lecture-écriture permet une meilleure prise en compte des indices lors de la lecture.

2.2 Etablir une typologie de questions posées pour expliciter les types de réponses attendues.

2.3 Apprendre à analyser une figure de géométrie en distinguant données et propriétés observées.

Phase 1 : travail individuel à faire, par exemple, à la maison.

1 - Construire :

Un segment $[AB]$ de 5 cm et de milieu O .

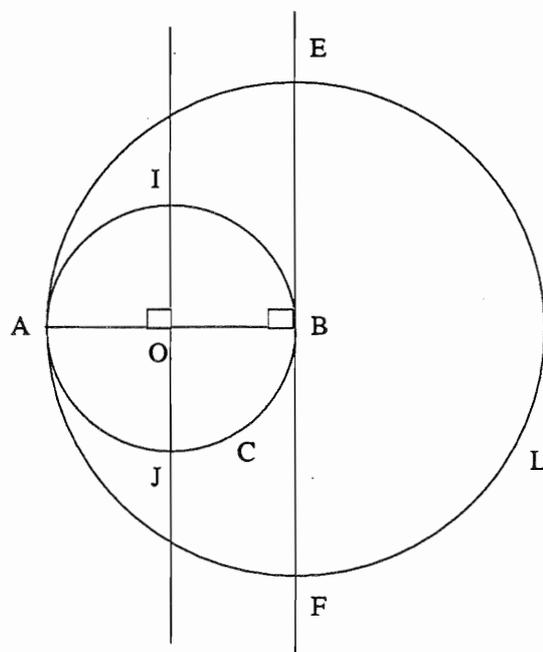
Un cercle C de diamètre $[AB]$.

Un cercle L de centre B et de rayon AB .

La droite perpendiculaire à $[AB]$ en O qui coupe C en I et J .

La droite perpendiculaire à $[AB]$ en B qui coupe L en E et F , E étant placé du même côté que I par rapport à la droite (AB) .

2 - Poser 3 questions sur cette figure.



Phase 2 : travail en groupe classe (durée une heure).

1 - Lister au tableau, telles quelles, les questions posées par les élèves.

2 - Leur demander :

a. Si les questions posées sont :

Compréhensibles ?

Grammaticalement correctes ?

Pertinentes du point de vue des mathématiques ?

b. De comparer ces questions et de les classer après avoir défini en quoi certaines se ressemblent.

III - Bilan

3.1 Cette activité a permis de faire émerger des «représentations élèves» par rapport à la géométrie. Ex : emploi fréquent du verbe former, une dizaine de questions étant libellées comme celle-ci «Que forment les segments [IJ], [IE], [EF], [FJ] ?» A ce stade, la géométrie semble être perçue comme une reconnaissance de formes définies par des segments consécutifs.

3.2 Certaines questions étaient incompréhensibles et leurs auteurs ne parvenaient pas à les expliciter. Des élèves ont eu alors l'idée de leur demander quelle réponse ils attendaient, ce qui a mis en évidence la finalité de la question et la nécessité de la formuler en conséquence.

3.3 Les questions incluant la réponse sont apparues moins pertinentes.

Ex. «IJEF est-il un trapèze ?» ne permet pas de savoir si l'élève aurait reconnu ce quadrilatère et la forme conventionnelle «nature de IJKL ?» a été perçue comme plus intéressante.

3.4 Les élèves développent plus d'esprit critique vis à vis des productions de leurs

camarades, et les questions posées ont été passées au crible !

Ex. emploi de centre avec cercle ; de milieu avec segment... et surtout pas de milieu avec droite ! il a même été remarqué que : $AB = IJ$ mais que $[AB] \neq [IJ]$.

3.5 Typologie adoptée

* Questions testant la connaissance du vocabulaire et des notations.

Ex. «*Qu'est [EF] pour le cercle (B ; AB) ?*».

* Questions d'observations conduisant à des conjectures.

Ex. «*Que semble être le quadrilatère IJBE ?*».

Quelle semble être la disposition des points A, I, E ?».

* Questions dont on peut prouver la réponse par l'énoncé de règles correspondant aux données

Ex. «*Compare les droites (IJ) et (EF) ?*»

«*Nature de IOBE ? de ABF ?*».

* A ces questions on a ajouté les consignes :

- lister les données d'un énoncé

- exécuter un programme de constructions

- rédiger un programme de constructions.

PROGRAMME DE CONSTRUCTION**1. Niveaux**

Elèves 6ème-5ème ayant les pré-requis nécessaires, c'est-à-dire :

• être familiarisé avec l'utilisation du vocabulaire, des symboles, des expressions mathématiques utiles

• savoir distinguer les deux consignes :

- reproduire une figure à partir des données ;
- reproduire une figure superposables à une figure donnée, en prélevant sur celle-ci toutes les mesures jugées utiles par l'élève.

Remarque

Cette activité a été proposée à des élèves observés par des enseignants, lors de stages.

2. Objectifs

- **Savoir bien utiliser les figures clefs** : utiles pour fixer sous forme d'images mentales des propriétés à retenir, elles ne doivent cependant pas focaliser, dans ce cas, l'attention des élèves, les empêchant ainsi de repérer d'autres indices utiles.
- **Distinguer problème à résoudre et tâche à réaliser** : (c'est-à-dire trouver la chronologie et écrire le programme de construction).
- **Savoir évaluer, soi-même ou à deux, la validité** de son programme de construction.
- Etre capable de se simplifier la tâche, en prenant l'initiative de désigner les points utiles par des lettres.

3. Consignes

- Travail individuel

En utilisant uniquement les données codées sur la figure à main levée ci-dessous, écris un programme de construction permettant de réaliser cette figure en vraie grandeur. Ce programme est destiné à un camarade absent qui doit donc refaire la figure sans la voir.

- Vérifie, seul ou à deux, ton programme

4. Bilan de l'activité début 5ème

- Spontanément des élèves commencent leur programme de construction par le cercle ou le rectangle en respectant seulement la valeur de la largeur 3 cm.
- Ils terminent par le trapèze sans se soucier de la longueur de l'autre base, mais en respectant l'axe de symétrie.

- D'autres cherchent à prélever sur la figure, pourtant à «main levée», des mesures supplémentaires.

- Après ces premiers essais, commence seulement la réflexion, qui suit donc l'action au lieu de la précéder.

- Les phases 1, 2, 3 durent 5 à 15 minutes suivant les élèves. Par contre la phase 4 de rédaction, ne dure pas plus de 15 minutes et les productions sont opérantes.

- J'ai relevé cependant deux nouvelles difficultés.

* Pour certains, après la construction du trapèze, il n'est pas évident que le centre du cercle soit à l'intersection du prolongement des côtés obliques (car cette information n'est pas codée).

* D'autres souhaiteraient qu'un seul ordre soit possible : on peut en effet tracer d'abord soit le rectangle, soit le cercle. N'ayant pas de critères de choix (rapidité, précision...) ils hésitent !

- L'auto-évaluation est, enfin, cette fois, naturellement pratiquée : ils exécutent le programme, phase par phase, tout en l'élaborant.

- Quelques élèves en difficulté (4) ne maîtrisent cependant pas bien encore la notion de chronologie et ont besoin qu'on les encourage à se poser des questions.

Compléments

* En 6ème - 2ème trimestre

Les trois-quarts des productions sont compréhensibles malgré des maladresses, des hésitations dans la rédaction.

Les élèves préfèrent évaluer la production de leur camarade deux par deux (manque de recul par rapport à la leur) et s'organisent.

* Par contre, l'observation lors de stage a montré :

- Que les élèves qui n'ont pas l'habitude d'associer écriture et lecture de textes

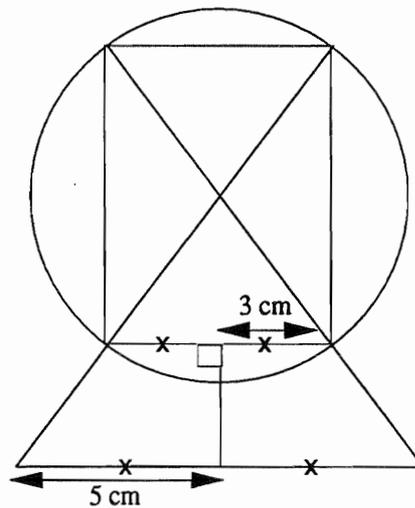
mathématiques sont très démunis pour exprimer, structurer leur pensée, même s'ils sont «bons élèves», et qu'il est donc tout à fait insuffisant de lire des textes mathématiques pour s'appropriier le langage mathématique.

- Que ceux qui sont peu habitués à être actifs en classe, cherchaient essentiellement à réinvestir la leçon précédente, sans essayer d'autres pistes : par exemple certains voulaient prélever des mesures d'angles, utiliser des angles alternes internes... En effet les opérations mentales les plus sollicitées chez ces élèves sont reproduire et appliquer et ils apparaissent en quelque sorte conditionnés à fonctionner ainsi.

De plus, soit ils n'avaient pas l'idée d'introduire des lettres, soit ils n'osaient pas prendre cette initiative et demandaient l'autorisation des observateurs.

- Que ceux qui n'ont pas l'habitude de travailler en groupe, répugnent à le faire : ils ont le sentiment de «copier», ne savent pas se poser des questions les uns aux autres et confondent expliquer et donner la solution.

- Leurs connaissances mathématiques n'étaient pas en cause, mais certaines compétences pour les mettre en œuvre ne paraissent pas suffisamment développées... surtout dans cette situation d'observation de classe certes peu habituelle pour eux !



UTILISATION DES LOGICIELS

"A NOUS LES NOMBRES"

DANS LA FORMATION DES PE

Atelier A 9

Jean-Louis OYALLON
IUFM - Pau
François HUGUET
IUFM - Quimper

I - Présentation et découverte des logiciels

1 - quelques informations pratiques

Ces logiciels pour PC (diffusion Profil/Camif) se présentent sous forme de trois disquettes en deux familles.

deux disquettes pour le cycle des apprentissages fondamentaux :

"A nous les nombres I" (Calapa, Barques et Train) et "A nous les nombres II" (Safari, Timbres et Quevoir). La première disquette propose des situations autour de la construction des premiers nombres, la seconde concerne la numération et l'addition.

une disquette pour le cycle des approfondissements :

"A nous la division et les décimaux".

(Ancienne version en version Thomson pour MO 5 et Nano-Réseau).

La version PC permet une gestion des résultats des élèves.

2 - utilisation des logiciels

Il s'agit de découvrir la structure interne commune des logiciels et les principaux concepts de leur fonctionnement :

activité : ce que l'élève va avoir à faire

gestion : concerne ce que le maître choisit avant ou analyse après le passage des élèves.

scénario et variables : l'ensemble des paramètres qui permettent de configurer l'activité **scénario prédéfini ou variante préprogrammée** : configuration des activités prévue par les auteurs

touche d'appel : possibilité de choisir une activité déjà définie avec une seule touche, à partir de la page d'entête

séquence : enchaînement de plusieurs activités proposées systématiquement à tous les élèves

visualisation : possibilité de revoir toutes les étapes d'une partie, soit immédiatement après, soit plus tard si la partie a été enregistrée.

Le document en Annexe 1, distribué aux participants à l'atelier, précise :

Le contexte et le public visé.

L'environnement des logiciels (mode d'emploi et structure avec entre autre la possibilité d'utiliser un scénario prédéfini).

Les fonctionnalités de la partie "gestion" réservée au maître, qui permet la définition de l'activité, la visualisation et l'impression des résultats.

Un exemple de TD proposé à des PE1 avec analyse didactique et questionnement concernant le rôle joué par l'ordinateur.

Une courte bibliographie précisant les points d'appuis théoriques qui ont servi à la conception de ces logiciels.

Une programmation des activités mathématiques sur l'année de CP intégrant l'utilisation de ces logiciels.

3 - les arguments des huit activités

A nous les nombres I

Calapa : l'enfant doit trier des animaux en mettant ceux qui nagent dans une mare, et ceux qui marchent dans un pré. Les animaux peuvent partir un à un, ou tous ensembles.

Barques : l'enfant doit commander des barques pour embarquer des lapins. Il gagne s'il y a autant de barques que de lapins.

Les lapins peuvent être présents au moment de la commande des barques, ou disparaître.

Train : l'enfant doit commander des wagons de couleurs pour reconstituer un train modèle

A nous les nombres II

Safari : l'enfant doit donner le nombre d'animaux présents sur l'écran

Timbres : l'enfant a des timbres et doit commander le nombre d'enveloppes nécessaire pour coller les timbres.

Quevoir : l'enfant doit donner le nombre total d'objets d'une collection de "blocs logiques" dont il ne peut voir que des parties

A nous la division et les décimaux

Division : l'élève doit trouver le résultat d'une division proposée par l'ordinateur

Explor : l'enfant doit encadrer un nombre décimal ou une fraction "caché(e)" dans un intervalle donné au départ.

II - Analyse et réflexion à propos des possibilités d'exploitation de ces logiciels en formation.

Question : "Quelle exploitation possible avec les PE1 ?

* en vue du concours.

* en vue de leur formation.

Exemple 1 : TD avec des PE1 (annexe 2) utilisant "A nous les nombres I"

Les objectifs de ce TD sont :

1. Analyser les connaissances en jeu dans des activités visant la construction de la notion de nombre (objectif "mathématique").

2. Aborder la notion de "variables didactiques" qui, dans une situation, peuvent modifier le comportement et les stratégies des enfants (objectif "didactique").

3. Relativiser le rôle réel de l'ordinateur dans le déroulement des activités avec les élèves.

Les participants de l'atelier jouent le rôle des PE.

a - BARQUE

Il s'agit d'abord de dresser la liste des procédures envisageables et voir quelles connaissances cela met en jeu.

On arrive à quatre types de procédures :

- L'estimation ("au pif" avec souvent oubli de la consigne) qui ne permet pas de gagner en général (dans ce jeu).

- La correspondance terme à terme avec ajustement mais alors cela ne nécessite pas la connaissance du nombre.

- L'utilisation d'une collection intermédiaire

- Le comptage des lapins qui suppose que l'enfant sait compter et connaît cet usage du nombre.

Variante : Les lapins disparaissent !

Les concepteurs prétendent que c'est une variable didactique. Qu'en est-il réellement ? Cela semble imposer la procédure comptage ou bien le recours à des collections intermédiaires écrites ou mentales.

(Ex : dessiner des barques ou commencer à écrire la suite des nombres).

La correspondance terme à terme n'est plus possible ! (il semble aux concepteurs que cela suffit à justifier la qualité de variable didactique annoncée).

Question : "Mais le comptage est-il la procédure la meilleure ?"

Pas nécessairement !

Pour certains élèves, la collection intermédiaire est une solution suffisamment fiable et efficace. Deux voies sont alors envisageables pour arriver au comptage :

- jouer sur les variables de la situation et par exemple empêcher les élèves de dessiner cette collection intermédiaire.

- leur dire (clairement ou non) qu'il faut utiliser autre chose.

Conclusion : Cette activité ne renforce pas nécessairement le comptage, en particulier chez les enfants qui ne disposent pas de collections mentales mobilisables

(comptine, ... ? — mais c'est un sujet beaucoup plus large). Il ne suffit donc pas de brancher l'ordinateur pour que les élèves apprennent à compter, il va falloir en plus, à d'autres occasions, montrer que c'est ça qu'ils doivent apprendre.

L'observation des enfants devant cette situation a montré que l'apport se situe pour eux à deux niveaux :

- le nombre fonctionne comme un outil dans un contexte de jeu (situation a-didactique).

- la situation est auto-validante : l'élève constate immédiatement le résultat de son action.

De plus, la mise en place possible d'une communication (le premier élève voit les lapins, le deuxième commande les barques) va permettre de jouer sur formulation et validation de l'aspect "mémoire de la quantité" du nombre.

La communication ne va pas bien fonctionner si le récepteur n'a pas les mêmes compétences que l'émetteur.

b - CALAPA

à quoi sert l'activité, quel est le problème ?
(suite du TD PE1)

Il ne s'agit pas de compter, il n'y a aucun problème "mathématique", et la difficulté

n'apparaît que si on raisonne en terme d'activité pour l'élève.

Problème d'énumération : L'enfant doit être en mesure de pointer tous les canards, mais il n'a pas nécessairement de stratégie de balayage !

On peut verser au dossier que plusieurs cas ont été relevés où des enfants, pointant sans stratégie les animaux et n'en sortant pas, choisissent tout d'un coup de partir d'un côté de l'écran pour aller vers l'autre et montrent ainsi qu'ils construisent une stratégie.

Pour J Briand et G Brousseau, qui ont théorisé ce problème d'énumération, l'absence de stratégie d'énumération est une cause d'échec dans le dénombrement des collections.

Souligner ce point avec des PE en formation permet de les sensibiliser à ce que l'enjeu des apprentissages mathématiques n'est pas seulement la mémorisation du savoir formel.

c - TRAIN

Cette situation peut être également vécue avec du matériel, et c'est par exemple ainsi qu'elle est présentée aux élèves à l'école Michelet.

Dans une variante "initiation", l'enfant a la possibilité de commander les wagons un à un (comme pour une correspondance terme à terme). Sinon il doit mettre en oeuvre une procédure de comptage, et taper un nombre au clavier.

Un premier objectif de ce logiciel est d'associer les nombres et leurs écritures en chiffre.

Une autre idée intéressante ici est d'introduire très tôt une situation additive.

Si on choisit : "wagons présents", l'enfant est amené à tenir compte de ces renseignements pour combiner deux nombres en les soustrayant !

Exemple 2 :

C'est un autre type d'activité possible avec des PE.. (SAFARI)

Il s'agit de fabriquer un scénario adapté (a priori !) à une classe où les enfants comptent

à peu près jusqu'à 20 ou 25, et dont l'objectif est de faire utiliser des décompositions additives.

Concrètement, on va examiner le tableau des variables, faire des choix en les justifiant.

Par exemple :

- Type d'écriture : complexe (c-a-d avec des signes opératoires)

- Aide "contours" : oui

- Paquets : quelconques

- Minimum par paquet : 7, Maximum : 15 afin d'utiliser des grands nombres.

Autre exemple : mêmes valeurs pour les premières variables citées, et (Minimum : 1, Maximum : 1) afin d'amener les enfants à faire des paquets avec l'aide aux contours.

Par contre, si on choisit de nombreuses catégories d'animaux et si le partage est déjà fait, alors le problème est presque résolu !

L'idée importante est de pouvoir **fabriquer des scénarios** et de lancer un **débat autour du choix des variables didactiques**.

Précisions utiles :

- Il est possible d'imprimer des fiches. Il est important que l'enfant puisse justifier sa procédure, entrer dans celle d'un autre et amener ainsi le débat.

- Il est possible de signaler l'erreur. L'animation en fin indique l'état gagnant.

- La brochure pour les maîtres de CP "Les nombres au CP avec ou sans logiciel" de Suzy Garin Calvo permet de bien comprendre les étapes de la construction du nombre au CP.

III - A propos des décimaux. Analyse de quelques situations proposées dans EXPLOR

1 - Analyse du jeu du point de vue des apprentissages "élèves" :

Scénario F : Fractions cachées

On voit ici l'intérêt de l'ordinateur avec des enfants qui connaissent les fractions.

Par exemple dans le jeu des explorateurs il s'agit de se rapprocher d'une fraction cachée.

Si la fraction cachée est $\frac{3}{7}$ l'enfant va arriver rapidement à un encadrement par $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$ mais se retrouve assez démuné pour proposer à coup sûr un nombre fractionnaire compris entre ces deux bornes.

Il ignore la propriété : $\frac{a}{b} < \frac{a+c}{b+d} < \frac{c}{d}$ (que certains participants à l'atelier ont utilisée).

On peut voir apparaître alors des procédures avec des écritures du type $\frac{10}{30}$ $\frac{11}{30}$ qui évoluent ensuite vers l'utilisation de fractions décimales.

Les enfants découvrent alors que les fractions décimales sont plus faciles à manipuler et que l'on peut toujours encadrer un rationnel par des décimaux.

Scénario D : Décimal caché

L'objectif peut être une prise de conscience de la densité de D dans Q.

On constate en général que les enfants réussissent bien jusqu'à 2 décimales mais après c'est plus difficile !

D'où l'idée de désemboîter les nombres à 2 décimales et les nombres à 3 décimales.

Scénario A : Trouver le développement décimal d'un rationnel.

L'élève donne une fraction. On va choisir la borne inférieure et la longueur de l'intervalle.

Le fait que la position du nombre soit visible permet, par estimation visuelle, d'ajouter pratiquement à tous les coups une décimale à la borne inférieure et donc de diviser la longueur par 10.

On pourra le faire reconnaître par l'élève quand il utilisera la division à virgule !

Scénario P : Trouver ou approcher un décimal dont on donne le "patron".

L'objectif annoncé est ici de déstabiliser l'idée (l'obstacle ?) que plus on met de décimales aux bornes de l'intervalle, plus on est près !

2 - Utilisation en formation :

Pas abordé dans l'atelier, mais avec Explor, le scénario D, pour des étudiants, révèle très vite les conceptions qu'ils se font des décimaux : un coup d'oeil sur la partie qui récapitule les étapes de la recherche en haut de l'écran montre si l'étudiant utilise la stratégie de dichotomie ou pas, et quelle est son aisance dans la manipulation des décimales.

Et comme pour les autres logiciels, il paraît très intéressant d'envisager la constitution de scénarii adaptés à une situation précise d'apprentissage.

Par exemple, à propos de la division, un TP réalisé à Bordeaux avec des PE1 consistait à prévoir l'enchaînement des situations pour l'apprentissage de la technique opératoire par raffinements successifs de la méthode des soustractions successives (cf le document de l'IREM sur la division au CM).

IV - Conclusion de l'atelier

Les attentes des participants à l'atelier se situaient à deux niveaux :

- prendre connaissance des logiciels présentés, les étudier et examiner leur utilisation avec des élèves du primaire ou de la maternelle,

- travailler sur les utilisations possibles du logiciel en formation, comme outil dans un enseignement sur les nombres et les opérations.

Problèmes soulevés par une exploration "libre" ou "sauvage" du logiciel

Malgré une certaine sensibilisation, les enseignants conservent à l'égard de l'informatique une attitude de néophyte : les enseignants simulent vite et mal l'activité de l'élève devant l'ordinateur, et cela les conduit à des impasses. On voit alors resurgir

quelques conceptions "naïves de l'informatique" :

- l'ordinateur "Dieu" pris en flagrant délit d'impuissance, incapable de prendre en charge la totalité de l'apprentissage

- l'ordinateur "console de jeu" où on fait defiler les étapes en cherchant ce qui vient après

- l'ordinateur "machine" que l'on regarde exécuter une activité en évitant de s'interroger sur soi.

Dans les conditions matérielles peu idéales du déroulement de l'atelier, l'animateur a dû multiplier les interventions "techniques", et les commentaires sur les dysfonctionnements observés, parallèlement aux remarques destinées à provoquer un certain recul et aux consignes de "visite guidée" du logiciel.

Il est probable que même avec un groupe de PE en formation, et un niveau a priori plus homogène, il faut prévoir un déroulement précis, quitte à refreiner les envies de découverte des plus "bidouilleurs" pendant quelques minutes, pour gérer ces attitudes classiques face à l'ordinateur, et pouvoir ensuite recibler sur les contenus mathématiques et didactiques.

A noter sur le plan pratique l'intérêt de profiter de l'offre d'achat du lot de 5 logiciels. Par ailleurs le système de protection ne semble pas idéal, mais avec une configuration "haut de gamme" en principe cela marche bien.

Ces logiciels qui tournent sans problème sur des PC équipés d'écrans VGA couleur, perdent beaucoup de lisibilité avec un écran monochrome (malgré une adaptation possible) et coïncident quelque peu sur les PC 1512 d'Amstrad.

Nous avons tous pu apprécier le bon niveau de réflexion et la connaissance du terrain des concepteurs de ces logiciels.

Nous repartons avec quelques pistes d'utilisation, l'envie de les approfondir et de les utiliser en formation.

Annexe 1 : Utilisation des logiciels "A nous..." extrait de la documentation des logiciels

1 CONTEXTE ET PUBLIC VISE

Ces logiciels ont été conçus et expérimentés dans le cadre d'un apprentissage des nombres en milieu scolaire.

Les documents d'accompagnements ont été rédigés dans cette perspective et s'adressent donc essentiellement aux enseignements du cycle des apprentissages fondamentaux pour "A nous les nombres" et à ceux du cycle des perfectionnements ou des 6^e-5^e des collèges pour "A nous la division et les décimaux".

Cependant, rien ne s'oppose à un usage familial de ces logiciels. Bien au contraire, les enfants trouveront là l'occasion de consolider les connaissances enseignées à l'école, et d'en enrichir le sens, en les réinvestissant dans des situations nouvelles et très motivantes.

La condition essentielle pour que les enfants en tirent le meilleur profit est la suivante : **surtout, ne pas leur expliquer la solution attendue, leur laisser tout le temps d'essayer, de tâtonner et de construire pas à pas leur propre solution.**

Ces logiciels ont la particularité de pouvoir être configurés, à l'aide de paramètres significatifs (les variables didactiques), de façon à s'adapter au plus près aux comportements de l'enfant dans sa construction progressive du savoir, ou à provoquer chez lui certains comportements.

Ces variables doivent être soigneusement fixées par le "tuteur" (enseignant ou parent) avant que l'enfant n'utilise le programme, et doivent être réactualisées en fonction de ses évolutions. Ils ne remplacent pas, mais complètent et enrichissent les activités traditionnelles de la classe sur les thèmes division et décimaux-rationnels.

2 UTILISATION

2.1 Les choix

Au lancement du logiciel, on obtient, après une page d'en tête, la page principale contenant les éléments suivants :

- une boîte contenant les icônes rappelant les types d'activités, une pour chacune, celle de l'activité prête à être lancée (dernière utilisée, ou sélectionnée par son numéro) est en inverse vidéo.
- Les quatre boutons ci-dessous :

AIDE UTILISATION FIN GESTION

Certaines touches (lettres de A à Z) permettent de lancer directement l'activité sélectionnée avec un scénario préprogrammé. (Voir dans la suite du document à "SCENARIO" ce que signifient scénario préprogrammé et touche d'appel). Les touches CTRL-A...CTRL-Z peuvent lancer une séquence (une suite de scénarios prédéfinis).

L'appel de l'aide à partir de cette page d'en-tête vous permet d'avoir la liste des scénarios préprogrammés du logiciel sélectionné.

La possibilité d'utiliser des scénarios prédéfinis permet, dans un premier temps de travailler de manière simple. Petit à petit, vous souhaitez adapter plus précisément l'activité. Vous construisez alors vos propres scénarios que vous pourrez ajouter à la liste de ceux proposés par les auteurs.

AIDE donne accès à une structure d'aide arborescente, explicitant le fonctionnement du logiciel, et son utilisation pratique.

- UTILISATION lance l'activité dont l'icône est en inverse vidéo dans la boîte précédente, avec le scénario courant, c'est à dire, par ordre d'existence, celui qui vient d'être défini, le dernier utilisé qui se trouve sur la disquette, ou celui par défaut. Il est impossible de travailler sur une séquence par cette méthode.

- FIN permet de revenir au système.

- GESTION permet de paramétrer le logiciel : cette partie s'adresse à l'enseignant. Cela concerne le choix du scénario, l'impression des fiches, la construction de séquences d'évaluation, l'exploitation des résultats, le choix d'une imprimante, etc... Un double clic de la souris permet un accès immédiat au scénario du logiciel sélectionné.

2.2 Utilisation (mode "élève")

L'utilisation est lancée pour l'activité choisie avec le scénario courant. Si le mode enregistrement est actif, la machine demande au préalable la saisie d'un nom d'élève. Puis elle enregistre les différentes étapes de la partie afin de pouvoir la reconstituer (voir VISUALISATION).

La touche F10 permet, à tout moment, de revenir à la page d'en tête, l'enregistrement incomplet en cours, s'il y en a un, étant effacé.

En fin d'exercice ou de séquence, une animation est éventuellement produite, suivant le choix fait par le maître (voir ANIMATION EN FIN), puis le bilan de l'exercice est affiché. La page écran de fin de partie contient le menu :

- **Autre partie** permet de lancer un autre exercice ou séquence de même type, complètement identique si le maître en a décidé ainsi, par le choix "UNIQUE" en gestion.
- **A autre jeu** permet de revenir à la page d'en tête.
- **FIN** permet toujours de revenir au système.
- **VISUALISATION** permet de revoir immédiatement les différentes étapes de l'exercice (même sans mode enregistrement) depuis l'écran initial jusqu'au bilan, avec possibilités de passage d'une étape à l'autre, directement en fin et impression de l'étape courante.

A ce moment, l'impression offre trois modes possibles, un mode "brut" (uniquement le contenu de l'écran), un mode "archive" (le contenu de l'écran, la date et le nom du scénario, plus celui de l'élève éventuellement. Enfin, un mode "fiche" qui permet la saisie d'une consigne de travail. (Il est possible de construire des fiches directement: voir le sous menu "scénario").

- **GESTION** (voir ci dessous).

3 GESTION (MODE MAÎTRE)

3.1 Activité(déroulé par la touche F1)

- les noms des programmes (CALAPA, ...) permettent de choisir l'activité sur laquelle on va travailler.
- **SÉQUENCE** permet de se placer en **mode séquence** (de révision ou d'évaluation) qui propose ensuite à l'élève plusieurs exercices enchaînés.
- **AIDE** permet d'accéder à l'aide générale directement en fonction du mode.
- **LANCEMENT** envoie le premier exercice de l'activité active ou de la séquence avec le scénario courant.
- **FIN** fait quitter le logiciel.

3.2 Scénario (touche F2)

- **CHOIX SCENARIO** permet de choisir simplement de scénario courant dans l'activité courante (sans le visualiser) parmi ceux déjà définis.
- **INFORMATION** est une aide contenant les objectifs du scénario, et l'influence des variables (en phase de réalisation du scénario, on accède directement à une aide liée au groupe de variables entouré en gras sur l'écran).
- **DÉFINITION** donne accès à une définition de scénario (modification des variables affichées à l'écran), le dernier ainsi défini et sauvé devenant le **scénario courant**.

Si on est en séquence, la définition consiste à choisir dans une liste de scénarios déjà définis ceux qui seront proposés à l'élève les uns à la suite des autres. Chaque activité a, dans un fichier scénario associé, les scénarios prédéfinis par les auteurs et ceux définis par la suite.

Pour modifier le scénario, il suffit de cliquer avec la souris dans les bandeaux que vous voulez voir activés ou désactivés. Si vous ne disposez pas de la souris, vous utilisez les lettres majuscules qui activent le bandeau voulu. Certains bandeaux sont inaccessibles (grisés). C'est parce que il y a des dépendances entre les choix et que le logiciel les gère.

Nota : on peut affecter une touche (commande : "Touche d'appel" située en haut à droite du cadre) à un scénario pour lancement direct depuis la page d'en-tête, mais les touches des scénarios prédéfinis par les auteurs sont inutilisables. La fermeture de la fenêtre par la case de fermeture (commande : "fin" située en haut à gauche de l'écran) crée un scénario courant temporaire, non utilisable pour enregistrement.

- **SUPPRESSION** permet de détruire des scénarios déjà définis. Il est impossible de supprimer un scénario s'il est prédéfini par les auteurs ou utilisé dans une séquence.
- **FICHE** permet de construire et d'imprimer des

fiches de travail :

La fiche est constituée d'une scène correspondant au scénario choisi et d'une consigne de travail que vous aurez été invité à rédiger.

Couplée à l'option "UNIQUE" (décrite ci-après) cette option permet alors de sortir le nombre d'exemplaires voulu identiques ou non.

Il s'agit d'un outil permettant de réaliser :

*des fiches personnalisées,
des fiches traitant du même problème sur des scènes légèrement différentes (du point de vue du nombre des objets par exemple),
des fiches exactement identiques.*

- **UNIQUE** est une option qui permet, tant qu'elle est active de proposer exactement le même exercice pour un scénario donné, ce qui peut permettre des comparaisons entre élèves. Elle joue aussi sur les fiches obtenues par le menu précédent.
- **ANIMATION EN FIN** fonctionne en bascule et permet de mettre en oeuvre ou non l'**animation** (écran et musique) "récompense" de fin d'exercice.

3.3 Exploitation (touche F3)

- **DÉFINITION CLASSE** permet de gérer différentes classes, vues ici comme des listes d'élèves, avec la possibilité d'ajouter, d'enlever ou de modifier des noms.
- **CLASSE** marche en bascule et place le logiciel en mode classe pour les résultats, tant au niveau de leur enregistrement où le nom sera à prendre dans la classe choisie, que pour leur exploitation.

- SUPP. CLASSE permet, en la choisissant dans la liste des classes définies, de détruire une classe, ce qui est toujours possible sauf si c'est la classe courante.
- ENREGISTREMENT marche en bascule et représente un état global. Lorsqu'il est actif, l'utilisation demandera d'entrer un nom avant chaque exercice si on n'est pas en mode classe ou de le choisir dans la liste si on est en mode classe.
- SUPP. ENREGISTREMENT permet de détruire des fichiers d'enregistrement qui ne sont plus utilisés.
- CUMUL est un mode qui lorsqu'il est actif permet pour un même nom d'enregistrement, un même exercice et un même élève de stocker l'ensemble des résultats au lieu d'écraser l'ancien.

3.4 Résultats (touche F4)

Pour être utilisés, tous les choix de ce menu nécessitent qu'un fichier d'enregistrement non vide soit actif, et qu'il n'y ait pas de scénario ouvert.

- VISUALISATION permet de revoir étape par étape le déroulement d'un exercice correspondant au scénario courant : on demande au préalable de choisir un élève, dans la classe si ce mode est actif, ou directement sinon, puis éventuellement une date si le même élève a enregistré plusieurs exercices sur le même scénario. Il est possible d'en imprimer une étape ou d'en construire une fiche.

Ceci permet de revoir, sans avoir été présent, comment l'enfant a effectué l'activité.

- RESULTATS DÉTAILLÉS donne accès au bilan, variable selon l'activité, d'un exercice du scénario courant pour tous les élèves de la classe si elle est active, ou présents dans le fichier enregistrement sinon.

La nature de ce bilan est précisée en appelant "INFO.BILAN" à ce moment là. En particulier, plusieurs types d'erreurs ont été répertoriés et sont dénombrés lorsqu'ils apparaissent.

S'il y a plusieurs enregistrements pour un même élève, on ne prend en compte que le dernier en date.

Pour une séquence, on a la valeur pour chaque scénario la composant.

- ÉLÈVE permet de voir dans un tableau toute l'activité d'un élève à choisir comme précédemment, dans le fichier d'enregistrement courant, avec une valeur par scénario, le même pouvant éventuellement être présent plusieurs fois avec une date différente.

Pour une séquence, on a le nombre de réussites.

- TABLEAU donne un résultat par élève. Pour connaître ce qui a été appelé résultat, appelez "INFO.RÉSULTAT" à ce moment là. Une statistique globale est calculée sur ces résultats et il est aussi possible d'en obtenir un histogramme.

Attention: ce bilan global ne constitue en aucune façon une note. Il convient de bien observer ce qu'il révèle et d'en tirer les conséquences.

Pour ces trois derniers choix, on peut supprimer des lignes du tableau "à la main", et pour les deux derniers trier suivant les valeurs au lieu des élèves, avant d'imprimer.

3.5 Impression (touche F5)

- CONFIGURATION donne accès à la liste des drivers d'imprimante existants et permet de changer l'imprimante courante, ainsi que le jeu de couleurs ou le type d'écran. Ce dernier paramètre ne doit être utilisé qu'avec la plus extrême prudence et nécessite de relancer le logiciel pour être pris en compte.

Il est possible de choisir un nom de configuration, celle par défaut se nommant BIBLI, les autres devant être appelées de manière explicite.

- PARAMÈTRES permet de choisir des options d'impression comme les marges, un titre ou le nombre d'exemplaires.

- IMPRIMER permet de sortir sur imprimante la "chose" courante :

- Fiche personnalisée si on est en définition de scénario,

- Texte de l'exercice si on est en visualisation,

Annexe 2 : Exemple de TD proposé aux PE1

(dans le module : construction de la notion de nombre)

Observation des logiciels de l'IREM de Bordeaux pour le cycle des apprentissages

I - Situation générique "BARQUES"

1) quelles stratégies les élèves (qui ne savent pas compter) peuvent utiliser dans la première situation, lorsque les lapins restent présents ?

2) quelle est l'influence sur les stratégies des élèves de la disparition des lapins au moment de la commande ?

3) peut-on gagner à tous les coups, si l'on ne connaît pas bien les noms des premiers nombres ?

II - Situation générique "CALAPA"

1) où est le problème ?

2) l'enfant gagne toujours (ou abandonne). Y a-t-il des erreurs significatives ?

III - Situation générique "TRAIN"

1) quelle différence importante y a-t-il entre la commande un à un des wagons, et la commande par un nombre ?

2) quelles modifications de situation apportent les wagons déjà présents ?

IV - Analyse didactique

1) quelles sont les variables didactiques, pour les trois situations, et quelle est leur influence sur les stratégies des élèves ?

2) quels sont les aspects de la construction du nombre que ces situations permettent de construire, quels sont ceux qui ne sont pas abordés ?

V - Le rôle de l'ordinateur

1) quel est l'apport de l'ordinateur dans ces situations ?

2) quels types de décisions ne faut-il pas que l'ordinateur prenne pour que la construction du savoir soit effectivement à la charge de l'enfant ?

3) quelles sont les difficultés rajoutées par le matériel ordinateur ?

Annexe 3 : Bibliographie

Les logiciels "A nous les nombres" et "A nous la division et les décimaux s'appuient sur un certain nombre de travaux de recherches en didactique et de publications à l'usage des maîtres de l'IREM de Bordeaux :

• I - Les nombres au CP (avec ou sans logiciels) - livre du maître et cahier d'exercices - (S Gairin Calvo)
(t 1 jusqu'à Toussaint, t 2 et 3 en préparation).

• II - Conditions didactiques de l'appropriation du concept de nombre (séminaire IDEN Talence 1988)

• III - Situation didactique et logiciel d'enseignement - DEA Joël Briand - 1985

• IV - La division à l'école élémentaire - J Briand - 1985

• V - Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire - G et N Brousseau 1987

• VI - Math et Informatique - tome 1 : recueil d'activités pour l'école et la formation - collecti - 1988.

Annexe 4 : Étapes de la construction du nombre au CP.
J.Briand oct 92.

1 - Les premiers nombres comme réponse à des problèmes.

Mise en place du jeu de bataille	Comparer des petites collections
Le logiciel CALAPA ou une situation équivalente (mais plus longue à mettre en place).	Enumérer une collection.
Première situation d'autocommunication (pots-cubes). Peut-être associé aux activités-évaluation du livret "évaluation du groupe Gironde.	Prendre conscience de la situation de base.
Jeu de plouf à commencer	Apprendre la suite des mots-nombres.
Situation de communication orale (barquettes-billes) portant donc sur deux nombres en simultané	Utiliser le mot-nombre pour obtenir une collection équipotente à une collection donnée. Penser aux deux types de vérification. Veiller au sens de l'activité.
Premier bilan	
Deuxième situation d'autocommunication à l'aide du logiciel BARQUES	Fabriquer autant de barques que de lapins (lapins présents, lapins absents.)
Situation de communication écrite (pots cubes).	Produire un écrit permettant au lecteur de donner un cube par pot. Les conditions doivent être réunies pour permettre, aux enfants ne connaissant pas l'écriture canonique du nombre, des productions écrites autres. (rapport au sens, interdits implicites, etc.)
Deuxième bilan.	
Mise en place du cahier de nombres.	
Communication écrite avec BARQUES (lapins-barques n° 12)	Cette situation peut-être "mixée" avec la situation sans logiciels. En ateliers tournants, il y a un effet d'accélération de prise de conscience très profitable.
Troisième bilan.	
<i>Penser à de petits problèmes oraux.</i>	
Cahier de nombres jusqu'à 8-9. <i>Penser à des fiches de coloriage pour les temps morts ou les attentes dans les ateliers.</i>	

2 - Les premiers messages numériques sous forme additive, leur utilisation.

Le jeu du petit poucet	Connaissant le nombre de fèves et le nombre de haricots, prévoir avec quelle collection on ira plus loin sur une piste. (travaux de comparaison). Attention aux "variantes" qui transforment la séquence en manipulations sans anticipation.
Les fleurs : communication écrite 1/2 classe. 3ou 4 fleurs avec 10-15 pétales.	Donner aux enfants l'occasion de désigner sous forme additive le cardinal d'une grande collection présentant une partition évidente.
Deux situations d'autocommunication (matériels trains-cubes).	Utiliser à nouveau les nombres oralement dans une situation complexe: il faut réaliser plusieurs collections équipotentes à une collection donnée.

Communication écrite (matériel trains-cubes). Les nombres de chaque classe iront en augmentant jusqu'à 15	Utiliser les nombres connus. S'en approprier de nouveaux.
Le logiciel TRAINS	A associer à l'activité "trains" en ateliers tournant par exemple.
Cahier de nombres.	
Trains communication écrite : commander le même train sans tenir compte des couleurs.	
<i>Penser à des activités de jeu faisant intervenir le nombre : la roue, jeux de cartes, etc...</i>	
Communication écrite : pots-cubes, cubes petits cubes nombre entre 30 et 80 selon les enfants.	Donner aux enfants l'occasion de désigner sous forme additive une grande collection ne présentant pas de partition évidente.
Des bilans sont nécessaires.	
Activité du type "Les maisons" : prévisions collectives	Poser un problème qui nécessite la comparaison de deux nombres sous forme usuelle additive.
Activité du type "Les maisons": prévisions individuelles.	
Répertoire d'écritures additives. Mettre sur le cahier les écritures additives apprises.	

3 - Les suites additives comme moyen d'écrire des nombres. Les suites additives comme moyen de faire des prévisions. Les suites additives $10+10+10+\dots+p$.

Train : écriture additive.	
Les boîtes à oeufs : autocommunication	Désigner une collection présentant une partition évidente.
<i>Commencer à faire faire des fiches représentant les situations fictives vécues.</i>	
Les maisons : séance collective avec prévisions. Comparaisons des écritures additives.	Poser le problème de la prévision possible du résultat à l'aide de la comparaison de deux écritures.
<i>Penser au soutien d'enfants en difficulté : les maisons avec eux. Pour les autres, des puzzles, coloriages numériques.</i>	
Bilan des stratégies possibles de comparaison d'écritures additives.	Exemple de théorème : "Pour comparer deux écritures, on peut relier ce qui est pareil et comparer ce qui reste."
Pots et cuillères : situation collective	Problème : comment comparer 2 grandes collections ?
Cubes-petits cubes.	"Pour pouvoir comparer, il faut faire des paquets "réguliers".
Le train le plus long	Prévoir le rangement des trains du plus petit au plus long (le nombre de cubes de chaque train étant écrit sous forme additive.) Selon la classe, la vérification ultime va ou non jusqu'à la construction de trains.
Dénombrer les places d'un parking (rangées de dix).	Poser, de façon informelle, le problème du passage de l'écriture $10+10+10+\dots+p$ à l'écriture usuelle.

Relier écriture usuelle et écriture 10+10+10+...+p.	Des activités de lecture sur des emballages (paquets de petits LU, avec prévision du contenu peuvent donner un sens plus précis.
<i>Penser à contrôler les acquisitions individuelles. Cahier de nombres ; Répertoire additif. Écritures différentes d'un même nombre. Jeu le compte est bon simplifié.</i>	

**4 - Comprendre la structure de l'écriture usuelle. Réduire des suites additives.
Accéder à l'addition.**

Logiciel TIMBRE situation S2.	Désigner le cardinal d'une collection ne présentant pas de partition évidente
Sur des situations à construire localement...	Construire des collections à partir d'une information numérique canonique, en passant par l'intermédiaire des paquets de dix.
TIMBRE situation S3 (le nombre de timbres est écrit. L'enfant appelle les enveloppes.) De la disposition, ou non en paquets de dix dépendra un meilleur contrôle de la situation.entre 70 et 80	Comprendre l'écriture usuelle dans une nouvelle situation.
Calcul mental petits problèmes oraux ou écrits. Vérifier les fiches d'addition.	
Les parkings : par deux, fabriquer une collection de cubes (voitures) puis commande de parkings pour dix voitures à la fois.	
Jeu de bataille, de domino.	Comparaison de nombres en tenant compte de la signification de l'écriture usuelle. De la suite des nombres.
A partir d'une situation problème	Jeu de réduction d'écriture additive.
Parking : message 10 voitures rouges, 10 voitures bleues, etc. L'émetteur fait une commande de places pour le receveur qui choisit parmi 9 parkings (préparés par l'enseignant.)	Relire un message numérique par le biais des paquets de dix.
Parking : message 7 voitures rouges, 9 voitures bleues, etc. L'émetteur fait une commande de places par paquets de 10, pour le receveur qui choisit parmi 9 parkings.	Transformer une information additive en une écriture par paquets de dix. Faire le lien avec l'écriture additive.

Activités autour de la monnaie.	Savoir fabriquer une somme d'argent. Jeux d'échange.
TIMBRE situation S4 (le nombre de timbres est donné sous la forme a+b). L'enfant doit produire les enveloppes (situation d'apprentissage).	
la même activité pourra être conduite avec les pots de yaourts. (situation d'apprentissage).	Institutionnaliser la fabrication de collections à partir de l'écriture additive.
La même activité pourra être simulée sur une feuille (situation de contrôle).	
La monnaie	Echange 1 contre 10 et inversement.

La grande roue : situation collective	l'ordre dans les nombres.
Les cartes manquantes	l'ordre des nombres.
<i>Penser à calcul mental et problèmes écrits</i>	
Les trois paquets de gâteaux : combien de gâteaux en tout ?	Vers l'addition comme procédé de calcul.
Deux collections, prévoir le nombre de la collection complète. Cette situation se conduit avec du matériel comme moyen de vérifier.	L'addition se construit petit à petit. Il appartient à chaque enseignant de gérer dans le temps. Addition sans et avec retenue : faire le lien avec la réduction de la suite additive : donner du sens à la retenue..
Problèmes soustractifs collectifs et individuels.	
<i>Penser à l'écriture des grands nombres</i>	
Bilans.	

AIDES AUX ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ ET GESTION DE CLASSE ASSOCIÉE

Atelier B 1

Monique PEZARD
IUFM - Melun

Compte rendu rédigé par
François Huguet - IUFM - Quimper

I - Phase d'échanges

Un tour de table rapide permet de faire émerger quelques questions portant sur :

- La différenciation, l'aide concrète, les problèmes d'organisation, les situations d'aide.

Ceci pour répondre à la fois à la demande des instituteurs en stage et pour aider nos étudiants PE à analyser les problèmes.

- Un collègue philosophe pose la question de l'entrée "logique" faisant référence aux ARL.

Ceci provoque quelques réactions vives.

- D'autres collègues font part de travaux effectués en AIS notamment à la Réunion.

- L'un d'eux mentionne un article intéressant "Le cas de Gaël" écrit par Guy Brousseau.

Nos animateurs enfin nous citent la référence d'articles parus dans les cahiers DIDIREM N°5 et N°13 et dans la revue Grand N sur les enfants en difficulté au CE2. Des extraits d'articles écrits par les animateurs sont distribués aux participants afin de préciser le cadre de leur expérience : "Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe" Revue Grand N n°50. "Quelques remarques sur les tests d'évaluation CE2 1989 et 1990"

II - Présentation de l'expérimentation

A la demande de la Direction Des Ecoles, nous avons été amenés à travailler en ZEP à Melun dans un CE2 dans lequel plus des deux tiers des enfants sont déclarés en difficulté.

Nos hypothèses de travail :

- Établir le profil qualitatif d'un élève en difficulté.

- Voir le profil de l'enseignant face à une classe majoritairement en difficulté.

- Adapter au CE2 et affiner le système d'expérimentation déjà utilisé avec des enfants de 6ème.

III - Regard sur les élèves en difficulté dans le cadre du Calcul Mental

Lors d'un travail précédent sur le calcul mental, nous avons pu constater :

1. Un décalage dans le temps des procédures utilisées et nécessité d'explicitier ces procédures.

2. L'importance du rôle du maître dans l'évolution et la diffusion de ces procédures.

3. Le danger d'un formalisme explicite dans l'apprentissage de règles. Avec ces enfants les activités perdent très vite leur sens.

4. Il n'y a pas d'apport significatif de l'utilisation de l'informatique.

Profil qualitatif

Notre expérience nous a permis d'esquisser le profil qualitatif d'un élève en difficulté. Il se caractérise par :

- Une incompréhension du sens de la tâche qui lui est proposée.
- Un manque de conclusion par rapport aux situations proposées.
- Une difficulté à capitaliser des acquis.
- Un manque de confiance en soi.
- Un manque de méthode.
- Une recherche systématique de règles.

Après entretiens individuels on peut faire le constat suivant :

- Les bons élèves n'apprennent pas toujours leurs leçons.
- Les élèves en difficulté apprennent mais ne retiennent pas.

On peut faire l'hypothèse que les "bons élèves" ont un pouvoir d'anticipation, qu'ils sont capables de mesurer les enjeux d'apprentissage d'une situation et de voir ce qu'il est important d'écouter ou de travailler. D'où l'idée de remédier à partir d'activités nécessitant un pouvoir d'anticipation. Cela sera fait dans les situations dites de "mémoire collective".

Remarques :

- Peu d'enfants d'enseignants ne réussissent pas à l'école. Ces parents savent donc leur apprendre les règles du jeu et ce qu'il faut faire pour réussir.
- Le travail en groupes, source d'apprentissage est souvent refusé par des enfants en difficulté. (Voir une expérience tentée en Informatique).
- Ces enfants ont des difficultés à changer de point de vue et à changer de cadre.
- Faire appel au réel peut être un handicap pour eux.

(Voir les travaux de Bernard Charlot montrant l'ambiguïté des situations faisant appel au quotidien à propos des décimaux).
Référence : "Ecole et savoir dans les banlieues et ailleurs" de B.Charlot, E.Bautier et J Y.Rochex chez Armand Colin.

- Le rapport de l'élève à l'école est très négatif. (Mauvaise image de soi...)

Cependant si l'on peut parler de retard scolaire en 6ème, on ne peut le faire au niveau du CE2.

IV - Observation de l'enseignant face à une classe majoritairement en difficulté

- La gestion des situations de classe est difficile car pour l'enfant rien n'est neuf et il éprouve rapidement une certaine lassitude par rapport à la situation.

- L'enseignant passe sa consigne. En cas d'appel à l'aide, il a tendance à procéder à des simplifications. Il découpe la question en sous-questions. Il gère pour l'enfant la complexité de la tâche et lui donne des pistes (des "trucs").

- L'enseignant refuse le plus souvent les changements de cadre.

"Si je fais du numérique et de la géométrie, ils vont être perdus"

- Il privilégie souvent le numérique par rapport à la géométrie.

Il existe ainsi deux cercles vicieux :

- Le premier est dû à des simplifications successives de la part de l'enseignant du problème posé. Il amène à un appauvrissement des apprentissages et donc à un renforcement des difficultés.

- Le second est dû au refus, de la part de l'élève en difficulté, de l'aspect social de la vie de classe (travail en groupe par exemple). Il amène à l'impossibilité matérielle pour l'enseignant de répondre à toutes les demandes des élèves. L'attente de ces derniers risque alors de se transformer en agressivité.

V - Quelle remédiation ?

Pour Roland Chamay : *"La remédiation n'est pas une réponse à une erreur, c'est une nouvelle médiation du savoir"*.

Hypothèses de travail retenues pour les enfants en difficulté de CE2.

- H1 : Il est possible de mettre en place des situations "complexes" de référence afin d'éviter une perte de sens.

Par exemple pour les situations de type "combinatoire", passer du simple au complexe conduit à l'échec. D'où l'idée d'initialiser dans des cas complexes.

De même pour la multiplication, gérer les passages d'un sens à l'autre.

(Loi de composition interne avec les "grilles" et Loi de composition externe avec l'addition réitérée).

Ce n'est pas en simplifiant qu'on apprend !

- H2 : Il est nécessaire d'intervenir sur le "comment on apprend" les mathématiques par des interventions de type métamathématique.

- H3 : On peut concevoir des remédiations possibles à partir de jeux afin de redonner de l'attrait et de stimuler une volonté de gagner.

- H4 : Il est nécessaire de garder un niveau d'exigence en le justifiant et l'explicitant devant les élèves.

- H5 : Devant leur difficulté à anticiper, il semble judicieux de développer des situations de mise en place d'une "mémoire collective" dans lesquelles il s'agit de repenser ce qui a été fait en termes de savoirs et donc de décontextualiser les notions étudiées précédemment quand on est amené à en reparler.

VI - Dispositif expérimental sur 2 ans

- Nous considérons un enfant "en difficulté" quand il échoue aux items de l'évaluation CE2 réussis à plus de 80% .

- Dans la classe expérimentale de CE2, plus des 2/3 des enfants répondaient à ce critère.

Les modes d'intervention ont revêtu une grande diversité, tant sur le plan des contenus que sur celui de l'organisation de la classe.

(Soutien individuel, travaux en petits groupes de niveau ou en grand groupe...)

Autre question soulevée : "Le calcul mental est-il une aide pour la résolution de problèmes ?".

1er Dispositif

- Interventions sur les contenus : le numérique.

- Travail en petits groupes (Classe divisée en trois).

- Entretiens individuels.

2ème Dispositif

- Même type d'organisation en petits groupes.

- Travail sur la résolution de problèmes.

- Travail de construction d'une "mémoire collective".

VII - Constats et commentaires

1. Le travail sur la résolution de problèmes n'a pas bien marché !

(Refus de coopérer, incompréhension de l'intérêt d'un tel travail, problème de "contrat didactique").

Cela montre qu'une remédiation doit être intégrée, dès le début de l'année, au travail général de la classe.

2. Le travail sur la "mémoire collective" a été plus positif !

(Meilleur investissement des élèves qui se sont remis au travail !).

Dans ce travail, il s'agit :

Pour l'élève

- de se rappeler ce qui a été fait lors des séquences précédentes.

Les enfants répondent souvent en termes d'actions sans voir le sens de l'activité.

Par exemple : "On a fait la médiatrice !".

Ils répondent très rarement en terme d'apprentissage de savoirs ou savoir-faire.

Pour le maître

- de proposer des "situations de rappel" dans lesquelles l'élève va, après coup, décontextualiser et institutionnaliser.

- de proposer de faire un vrai cahier de textes qui sera la mémoire de la classe. Les élèves sont amenés à se remémorer après coup les apprentissages.

Exemple d'organisation:

Deux élèves doivent restituer en cinq lignes ce qui a été fait en mathématiques durant la semaine. La classe a le droit de corriger.

De façon générale, il est nécessaire de dépasser le niveau de l'action pour que cette "mémoire de la classe" devienne un outil qui permette d'avancer dans la construction des apprentissages

Constats :

Les enfants ont des difficultés à effectuer ce type de tâche car celle-ci est traditionnellement réservée au maître.

Les enfants se rappellent surtout les choses de caractère numérique et ce qui a un caractère formel (le plus, le moins, le "fois") en termes d'actions.

Il ne faut pas être naïf sur la dévolution !

On veut leur apprendre à anticiper, à passer de l'action à la conceptualisation mais les enfants retiennent surtout le contexte.

D'après Bernard Charlot à propos du rapport au savoir :

Ce qui caractérise l'enfant en difficulté, c'est la centration sur ce qui se produit ici et maintenant.

Les "bons élèves" ont des facultés de décontextualisation et sont plus aptes à se décentrer.

Dans l'article de Grand N cité plus haut on peut examiner les résultats des entretiens individuels.

VIII - Nouvelle phase d'échanges

De la discussion très ouverte on peut faire émerger quelques constats et idées.

- Tout le monde semble bien démuni face au problème des enfants en "grande difficulté". Par contre, le travail en petits groupes semble

avoir été une aide réelle pour les enfants en "moyenne difficulté".

De façon générale, lors de l'expérience relatée, la remédiation a profité essentiellement aux élèves "en difficulté moyenne" et non aux élèves "en grande difficulté".

- Une enquête a permis de mettre en évidence que ceux qui réussissent sont souvent ceux qui veulent réussir.

- Comme il y a une nécessité d'exigence minimale de la part de l'enseignant pour préserver le niveau, pourquoi ne pas chercher une solution au problème de l'intégration des élèves en difficulté en aménageant des parcours plus lents.

- La mise en oeuvre de situations de "mémoire collective" semble relativement satisfaisante.

- L'idée d'une stratégie d'apprentissage basée sur la résolution de problèmes complexes, même si c'est un processus un peu déstabilisant, ne semble pas devoir être remise en cause.

- Il nous semble important, avec des enfants en difficulté, de tenir compte de certains aspects psychologiques en essayant :

- de créer un climat de confiance et un environnement riche

- de développer des entretiens individuels

- d'introduire des activités de "familiarisation" et "d'imprégnation"

- de rester toujours plus près du "sens"

- de chercher à faire prendre en compte la difficulté par le groupe.

- A propos du calcul mental et de son rôle, il faut souligner l'importance de la phase d'explicitation des procédures.

- Enfin en réponse à la remarque sur l'usure des situations, nous pouvons reprendre les idées de Guy Brousseau sur l'enjeu des situations de jeux !

LES RALLYES MATHÉMATIQUES POUR L'ÉCOLE

Atelier B 3

Hervé PEAULT
IUFM - Angers

L'atelier avait pour but d'une part de rendre compte des expériences sur les rallyes, d'autre part de réfléchir sur l'intérêt de ce type d'action et ses éventuelles retombées dans le cadre de la formation. Pratiquement, nous avons seulement travaillé sur l'expérience du rallye mathématique de Maine et Loire.

La première période de l'atelier a permis aux participants de vivre une situation analogue à celle proposée aux élèves de Maine-et-Loire : 15 problèmes ont été présentés à l'ensemble du groupe, le premier problème étant crédité de 1 point, le seconde de 2 points,... le quinzième de 15 points (cf. annexe 1). La consigne était de s'organiser pour la résolution de ces problèmes, de chercher des solutions communes de telle façon qu'au bout d'une heure le groupe se soit mis d'accord sur une réponse pour seulement et exactement 3 des 15 problèmes. Pour simuler la situation de compétition interclasses, il était convenu que chaque problème à solution correcte rapportait la valeur de ses points et que chaque problème à solution incorrecte conduisait à la soustraction des points. L'objectif étant, bien entendu, de réaliser un score le plus grand possible avec les trois problèmes retenus collectivement.

Au-delà des problèmes eux-mêmes, cette activité a fait l'objet d'une analyse en commun sur les questions suivantes :

- comment s'est organisé le travail au sein du groupe ?

- Quelle a été la place de la recherche individuelle, du travail en équipe, du travail collectif ? Comment le groupe s'est-il organisé ?

- y a-t-il eu débat mathématique et sur quoi a-t-il porté ?

- comment ont été prises les décisions ? Quel a été le compromis entre la certitude et la prise de risques ?

Dans un second temps, nous nous sommes intéressés aux stratégies mises en place par les élèves dans ce type de situation, à partir d'une bande vidéo réalisée à l'occasion de la finale 91 du rallye de Maine-et-Loire qui rassemblait une vingtaine de classes (CE2, CM1, CM2, Perfectionnement, Sixième, Cinquième et SES).

Les élèves montrent un réel intérêt pour cette activité et se donnent généralement une organisation collective assez efficace pour la répartition du travail et la gestion du temps.

Le débat mathématique reste beaucoup plus difficile à mettre en place. L'assurance affichée par des élèves qui déclarent avoir trouvé une solution suffit souvent à la faire admettre. Parfois un élève est amené à jouer le rôle du maître, les autres s'en remettant à son autorité. Dans d'autres cas c'est le vote qui détermine la décision, mais il y a souvent ambiguïté entre le vote comme moyen de prendre une décision « démocratique » et le

vote comme moyen de déterminer la bonne solution, et prenant alors plus ou moins le statut de «preuve».

Dans bien des cas, il semble que les élèves reproduisent assez spontanément le contrat habituel de la classe.

Les débats sur la validité des solutions trouvées peuvent avoir lieu en petits groupes mais sont souvent limités sur le plan collectif. C'est cependant là que réside l'un des enjeux les plus intéressants d'un rallye collectif.

C'est en tout cas ce qui amène l'évolution de la formule adoptée en Maine-et-Loire. Les premières années, les élèves recevaient 10 problèmes qu'ils devaient tous résoudre (en une heure). Chaque série de 10 problèmes était différentes selon le niveau. Comme il n'était pas pénalisant de mettre «n'importe quoi» quand on n'était pas sûr de la réponse à l'un des problèmes, la nouvelle formule adoptée en 92-93 consiste à obliger le choix de 3 problèmes pris parmi 15 et à pénaliser en plus les erreurs par soustraction des points. Cette liste de 15 problèmes est identique du CE₂ à la classe de cinquième (cf. annexe 2). Dans tous les cas il s'agit d'une épreuve collective par classes entières (ouverte aux classes de CE₂, CM₁, CM₂, Perfectionnement, Sixième, Cinquième, SES).

Il semble que la quantité de problèmes à explorer soit trop grande, surtout pour les classes de CE₂, Perf., SES... et la formule évoluera vraisemblablement vers une diminution du nombre de problèmes.

La discussion a fait ressortir la nécessité d'un travail d'accompagnement avec les maîtres, si

on veut qu'un tel rallye ne soit pas une simple parenthèse, mais un moyen de faire progresser dans les classes la pratique du débat mathématique.

Nous avons alors envisagé la possibilité d'utiliser cette formule en formation initiale ou continue, à partir d'une expérience déjà réalisée dans les mêmes conditions que ci-dessus. Seule la liste de problèmes est différente. On trouvera en annexe un exemple déjà utilisé en formation.

Cette expérience montre que la pratique de la recherche et du débat mathématique est loin d'aller de soi. Il peut être intéressant en formation, d'analyser avec les étudiants ou les stagiaires leurs propres comportements : réactions préalables de défense, preuves par «consentement mutuel», confiance a priori en la solution de celui qui montre assez d'assurance, prises de pouvoir abusives, absence ou faiblesse des conduites de débat et de preuve...

Nous avons enfin évoqué l'aspect «compétition» qui influe sur les choix et sur la recherche d'un équilibre entre certitudes et prises de risques.

On trouvera quelques explications complémentaires sur le Rallye de Maine-et-Loire dans la revue Grand N n° 51. Par ailleurs une brochure intitulée «Un rallye pour débattre de mathématique» (parution : novembre 93), rassemble les problèmes de ces dernières années accompagnés des solutions et commentaires et propose des éléments d'analyse. Elle peut être commandée au CDDP d'Angers, 14 rue Anne Frank, 49043 Angers Cedex. (Joindre un chèque de 65 F, frais de port compris).

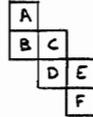
ANNEXES

Problème 1 (1 point)

J'ouvre mon livre au hasard. Je regarde les numéros des pages et je les additionne. Je trouve 437. A quelles pages mon livre est-il ouvert ?

Problème 2 (2 points)

Quand on plie selon les arêtes pour faire un cube, quelle lettre est sur la face opposée à F ?



Problème 3 (3 points)

André, Bernard, Claude et Daniel sont des amis de 4 régions différentes. André rencontre souvent le breton et Claude. Claude et André doivent se rendre bientôt chez l'auvergnat. L'auvergnat et le normand sont toujours ravis de retrouver Bernard et Claude.

L'un des quatre est angevin. Lequel ?

Problème 4 (4 points)

En prenant chaque fois 4 de ces 16 points comme sommets, combien peut-on construire de carrés ?



Problème 5 (5 points)

Quatre amis visitent un musée avec seulement 3 billets d'entrée. Ils rencontrent un gardien qui veut savoir quel est celui qui n'a pas payé son entrée.

- Ce n'est pas moi, dit Paul
- C'est Jean, dit Jacques
- C'est Pierre, dit Jean
- Jacques ment, dit Pierre.

Sachant qu'un seul d'entre eux ment, quel est le resquilleur ?

Problème 6 (6 points)

On peint un grand cube sur toutes ses faces. Puis on opère 54 coupes à l'aide d'une scie, de manière à diviser (entièrement) le grand cube en petits cubes ayant tous la même dimension. On ne déplace aucun morceau avant d'avoir achevé la découpe.

On obtient ainsi un grand nombre de petits cubes dont certains sont colorés (c'est-à-dire ont au moins une face peinte) et les autres n'ont aucune trace de peinture.

Combien y a-t-il de petits cubes colorés ?

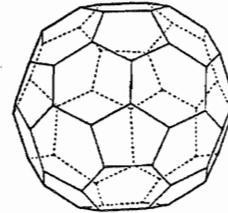
Problème 7 (7 points)

La moyenne de 3 notes de tests est 74.

Quelle doit être la note du quatrième test pour que la moyenne atteigne 78 ?

Problème 8 (8 points)

L'icosaèdre tronqué sert souvent de modèle pour la construction de ballons de football. Il comprend 12 pentagones réguliers et 20 hexagones réguliers rassemblés autour de 60 sommets.



Combien a-t-il d'arêtes ?

Problème 9 (9 points)

On écrit à la queue leu leu les 60 premiers nombres naturels non nuls :

12345678910111213.....5657585960

On barre ensuite cent chiffres de sorte que le nombre formé des chiffres qui restent, sans en changer l'ordre, soit le plus grand possible.

Quel est ce nombre ?

Problème 10 (10 points)

En calculant le produit des 99 premiers nombres naturels

$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 97 \times 98 \times 99$

on obtient un très grand nombre.

Par combien de zéros se termine-t-il ?

Problème 11 (11 points)

Parmi toutes les sommes de nombres naturels (deux nombres ou plus) qui sont égales à 1789, quelle est celle dont le produit des termes est le plus grand ?

Problème 12 (12 points)

Pierre et Paul jouent au jeu numérique suivant : le premier qui joue dit 2, 3 ou 5. L'autre ajoute 2, 3 ou 5 au nombre dit par le premier. Et ainsi de suite, chacun ajoutant 2, 3 ou 5 au nombre dit précédemment par l'autre joueur.

Le premier qui dépasse 30 a perdu.

C'est à Pierre de commencer. Peut-il gagner à coup sûr en disant l'un des trois nombres (et en jouant bien ensuite) ? Si oui, lequel ?

Problème 1 (1 point)

Albert, Ludovic, Etienne et Marcel sont les maris ; Anita, Liliane, Edith et Monique les épouses. Monique n'est mariée ni avec Albert, ni avec Ludovic. Liliane n'est pas la femme d'Albert. Dans aucun couple les prénoms du mari et de la femme n'ont les mêmes initiales.

Qui est la femme d'Albert ?

Problème 2 (2 points)

Quel est le plus petit entier n strictement supérieur à 2 tel que n soit un multiple de 2, $n+1$ un multiple de 3, $n+2$ un multiple de 4, etc... et $n+9$ un multiple de 11 ?

Problème 3 (3 points)

Quelle est la plus grande mesure d'angle s'exprimant par un nombre entier de degrés qui puisse être l'angle au sommet d'un polygone régulier convexe ?

(*Jouer-Jeux mathématiques n°7*)

Problème 4 (4 points)

Quel est le nombre de façons de placer deux rois sur un échiquier (ils ne sont pas en échec et il n'y a pas d'autres pièces) ?

(*Bulletin APM n° 380*)

Problème 5 (5 points)

Deux robinets sont ouverts pour remplir un bassin. Le premier mettrait 7 heures s'il était seul, le second 5 heures. Combien de temps mettront-ils ensemble ?

Problème 6 (6 points)

Un congrès réunit des profs anglais, allemands et français. Il y a deux fois plus de français que d'allemands, et deux fois plus d'allemands que d'anglais. Chez les anglais il n'y a que des femmes et il y a le même nombre de femmes françaises que d'hommes allemands.

Quelle est la proportion d'hommes et de femmes parmi les participants au congrès ?

Problème 7 (7 points)

Un cercle C de centre O et de rayon 2 contient trois cercles plus petits tangents entre eux et à C . Deux de ces cercles passent par O . Combien vaut le rayon du troisième ?

(*Kangourou 92*)

Problème 8 (8 points)

J'ai dans ma poche un certain nombre de pièces de 1, 2, 5 et 10 francs. Je peux, avec ces pièces, payer exactement n'importe quelle somme d'argent (en nombres entiers) entre 1 et 99 francs, mais je ne peux faire l'appoint pour 100 francs.

Combien ai-je en poche ?

(*Bulletin APM n° 362*)

Problème 9 (9 points)

2178 est réversible par 4 car $2178 \times 4 = 8712$ (le produit obtenu est le nombre de départ avec les chiffres inversés).

Quel est le plus petit entier naturel réversible par 9 ?

(*Tournoi viroquois 92*)

Problème 10 (10 points)

Quelles sont les valeurs extrêmes prises par l'expression $ab + bc + ca - 2abc$,

a, b et c étant des réels positifs de somme 1 ?

(*Olympiades 1984*)

Problème 11 (11 points)

Soit ABC un triangle et $A'B'C'$ le triangle symétrique par rapport à un point O .

Où faut-il placer le point O pour que l'aire de la portion de plan commune à ces deux triangles soit maximale ?

(*Bulletin APM n° 360*)

Problème 12 (12 points)

Deux joueurs jouent au jeu suivant : le premier dit 1, 6 ou 9 ; le second dit un nombre obtenu en ajoutant 1, 6 ou 9 au nombre que vient de dire le premier ; celui-ci ajoute 1, 6 ou 9, etc.. chaque joueur ajoutant 1, 6 ou 9 au nombre que vient de dire l'autre. Le premier qui dépasse 1000 a perdu.

Pour gagner, vaut-il mieux laisser commencer l'adversaire ou commencer soi-même et en ce cas, faut-il commencer par 1, 6 ou 9 ?

Problème 13 (13 points)

Un paysan possède un champ dont la forme est un quadrilatère $ABCD$ convexe. Il veut le partager entre ses quatre fils en le découpant en quatre terrains triangulaires obtenus en reliant un point M du terrain aux quatre coins du terrain initial.

Trouver une condition nécessaire et suffisante sur le quadrilatère pour qu'il puisse faire des terrains de même superficie.

(*Rallye d'Alsace 92*)

Problème 14 (14 points)

Pour quelles valeurs de l'entier naturel n , la fraction

$\frac{1}{n(n+3)}$ est-elle décimale ?

(*Bulletin APM n° 351*)

Problème 15 (15 points)

On dit qu'une famille F d'entiers "couvre" un entier m si tout entier k de l'intervalle $[1, m]$ est somme d'une sous-famille de F .

Par exemple la famille $(1, 1, 2, 5, 5, 16, 19)$ couvre 14. m étant donné, quel est le plus petit entier p tel que toute famille de p entiers non nuls de somme m couvre m ?

(*Bulletin APM n° 369*)

QUELLES MATHÉMATIQUES POUR LE CYCLE DES APPRENTISSAGES PREMIERS ?

Atelier B 4

Danielle VERGNES
IUFM - Versailles

Cet atelier a réuni une vingtaine de personnes qui ont travaillé sur des documents fournis par les participants.

Parmi ces documents, nous reproduisons ci-dessous trois thèmes d'activités pour le cycle des apprentissages premiers ainsi que la description d'un module de formation initiale

en mathématiques pour le cycle 1 proposé par Claude Rimbault.

Activités pour le cycle 1 :

"Des triangles rectangles isocèles"

par Colette Farge,

"Faire six " par Philippe Goudin,

"La météo" par Michel Courrière.

DES TRIANGLES RECTANGLES ISOCÈLES

L'intention est de faire réaliser aux enfants des activités de pavages, mosaïques, frises avec des triangles rectangles et isocèles qu'ils auront obtenus par pliage et découpage.

Avec les jeux du commerce visant les mêmes objectifs, l'enfant est généralement amené à détruire sa production pour ranger le jeu en fin de séance.

Cette activité a été expérimentée dans une classe de petits-moyens au cours d'un atelier.

Mise en place de l'activité

On donne aux enfants un carré de 21x21 (en centimètres).

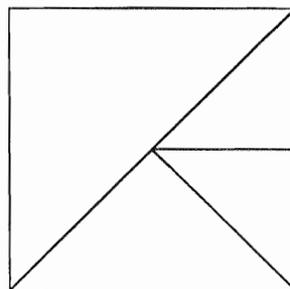
Consigne : "Comment peut-on plier cette feuille pour obtenir 2 triangles ?"

Les trois quart des enfants ont fait un pliage adéquat. La maîtresse a fait découper le long de la ligne de pliage aux ciseaux.

Consigne: "Comment plier un triangle pour obtenir 2 triangles plus petits ?"

On renouvelle la consigne.

Les enfants ont obtenu 4 triangles: 1 grand, 1 moyen, 2 petits.



Avec des élèves de grande section, voire CP ou CE1, on peut continuer les pliages et obtenir 4 ou 5 tailles de triangles.

Tout au long de l'activité les mots carrés et triangles ont été réutilisés en situation.

La maîtresse a ensuite laissé les enfants faire avec leurs triangles un collage libre (on a obtenu beaucoup de sapins).

Fabrication de matériel

constitution d'un stock de triangles à partir de carrés (2, 3, 4 voire 5 couleurs, 3, 4 peut-être 5 tailles).

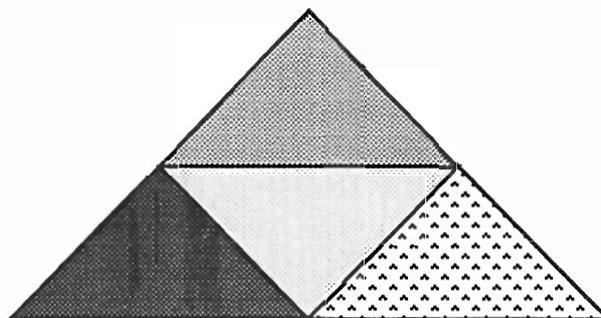
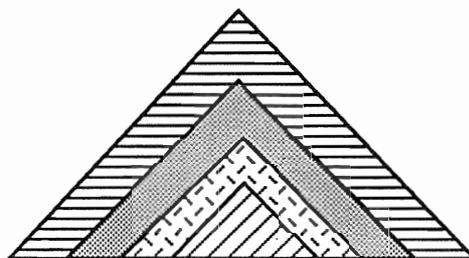
L'atelier doit être dirigé par la maîtresse pour obtenir des résultats satisfaisants.

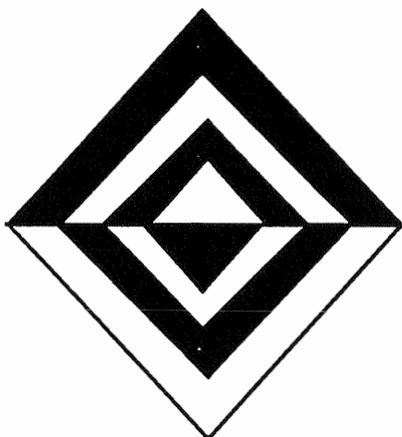
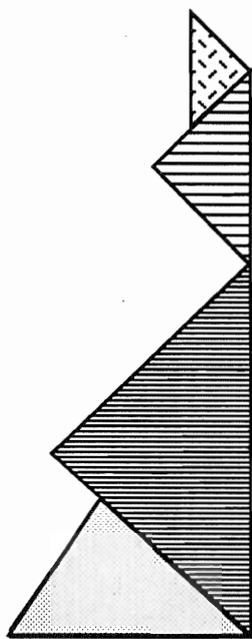
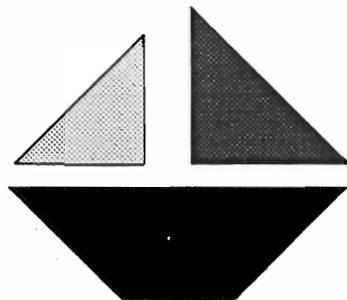
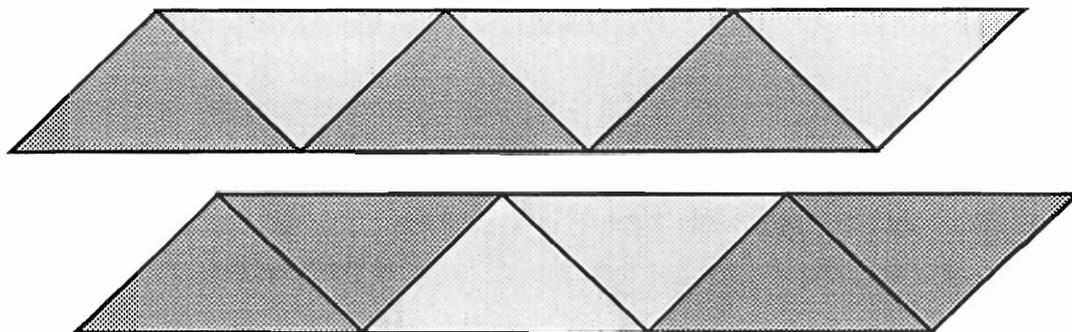
Exemples d'activités possibles

- Classement par taille ou par couleur;
- Rangement
 - en ligne avec collage ;
 - en superposition avec collage ;
- Reconstitution du support avec deux ou plusieurs triangles en travail libre ou en donnant un gabarit qui peut-être obtenu par pliage d'un carré.

- Pavage libre, puis collage.
- Pavage avec la consigne d'obtenir un carré, puis collage.
- Pavage avec la consigne d'obtenir un grand triangle., puis collage.
- Suites algorithmiques, frises mettant en jeu couleur et orientation.
- Reproduire une figure.
- Faire compléter un dessin par symétrie.
- Agrandissement: faire un dessin avec des petits triangles, le reproduire avec de grands triangles.
- Travail en négatif-positif.
- Pour terminer, on peut faire coller par les élèves sur une grande feuille les triangles qui leur restent.

La liste des activités n'est pas close. Vous pouvez contempler ci-après quelques réalisations, malheureusement privées de leurs couleurs.

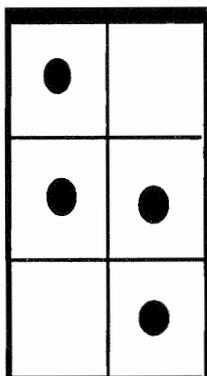




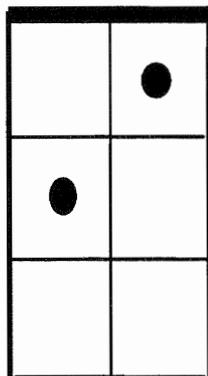
FAIRE SIX

Matériel

Le jeu se compose de 62 cartes dont les dimensions en cm sont 8 x 12. Chaque carte est partagée en 6 cases. Chaque case comporte une ou plusieurs gommettes (voir exemple).



exemple de carte
"quatre"



exemple de carte
"deux"

Remarques

Les cartes sont orientées un gros trait noir en haut indique la façon de poser la carte sur la table.

Il y a :

- 6 cartes différentes comportant 1 gommette
- 15 cartes différentes comportant 2 gommettes
- 20 cartes différentes comportant 3 gommettes
- 15 cartes différentes comportant 4 gommettes
- 6 cartes différentes comportant 5 gommettes.

Nous avons volontairement exclu la carte "zéro" et la carte "six".

Nous avons réalisé ces cartes avec deux matériaux différents :

- Un jeu en "carton plume" de 3mm d'épaisseur.
- Un jeu en verre organique anti-reflet.

A l'expérience le deuxième matériau est beaucoup plus adapté aux activités proposées (le jeu est plus joli, plus robuste et permet d'utiliser la transparence).

Ce jeu se prête à beaucoup d'activités que nous avons testées dans des classes à différents niveaux: MS/GS et CP.

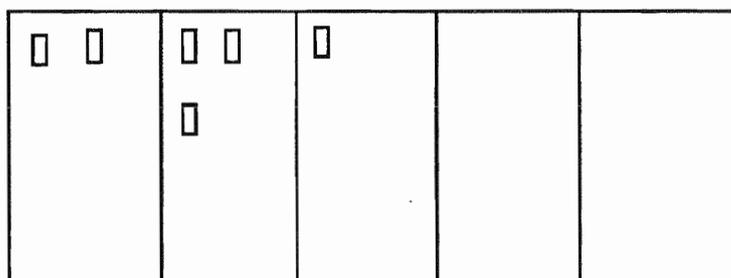
Exemples de déroulement d'activités

Phase 1

Dans un premier temps nous avons demandé aux enfants de classer les cartes éparpillées sur la table.

Remarque : si on prend soin de ne pas utiliser des gommettes de couleurs différentes, très rapidement les enfants utilisent le critère "nombre de gommettes" sur chaque carte, et se retrouvent donc :
1 paquet de 6 cartes comportant 1 gommette,
1 paquet de 15 cartes comportant 2 gommettes,
etc.

Nous avons utilisé ce classement pour placer les cartes sur un grand tableau.



Phase 2

Nous avons distribué une carte à chacun des enfants avec pour consigne:

"Allez chercher sur le tableau la carte qui complète la vôtre pour faire six".
(avec la bonne disposition des gommettes).

Variante :

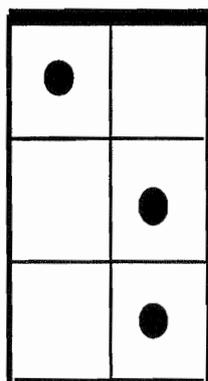
Nous avons demandé aux enfants de respecter la même consigne, mais ils n'avaient plus le droit d'emporter avec eux la carte reçue (nécessité de mémoriser le nombre de gommettes de la carte reçue et leurs emplacements).

Phase 3

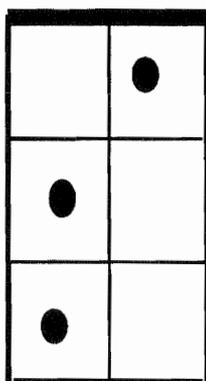
Introduction d'un dé. Nous avons travaillé avec un groupe de 5 enfants (MS/GS). Chacun à leur tour les enfants lancent le dé et vont chercher sur le tableau une carte comportant autant de gommettes que de points sur le dé. Si un enfant fait "six", comme il n'y a pas de carte "six", il prend autant de cartes qu'il veut pourvu que le total des gommettes fasse "six".

On fait "N" tours, avec à chaque fois la possibilité soit de prendre une carte comportant le nombre exact de gommettes indiqué par le dé, soit d'en prendre plusieurs, le total des gommettes devant correspondre aux nombre de points sur le dé.

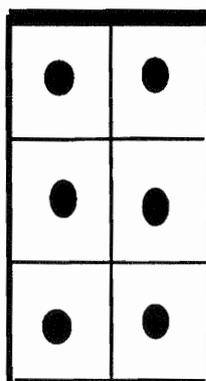
A la fin des "N" tours, nous avons demandé aux enfants quel était celui qui avait gagné (i.e celui qui avait le plus de gommettes !).



les enfants reçoivent la carte....



Ils doivent prendre la carte....



Par superposition on obtient...

Phase 4

Changement de la consigne.

Même jeu que dans la phase 3 , mais on précise que si un joueur réussit à avoir une paire (deux cartes qui se complètent pour faire "six") il pourra ajouter à son total de gommettes, 5 gommettes supplémentaires.

Il marquera par exemple :

$$1 + 3 + 5 + 2 + 3 + 3 + \underline{5}$$

(car les cartes '2' et '5' se complètent).

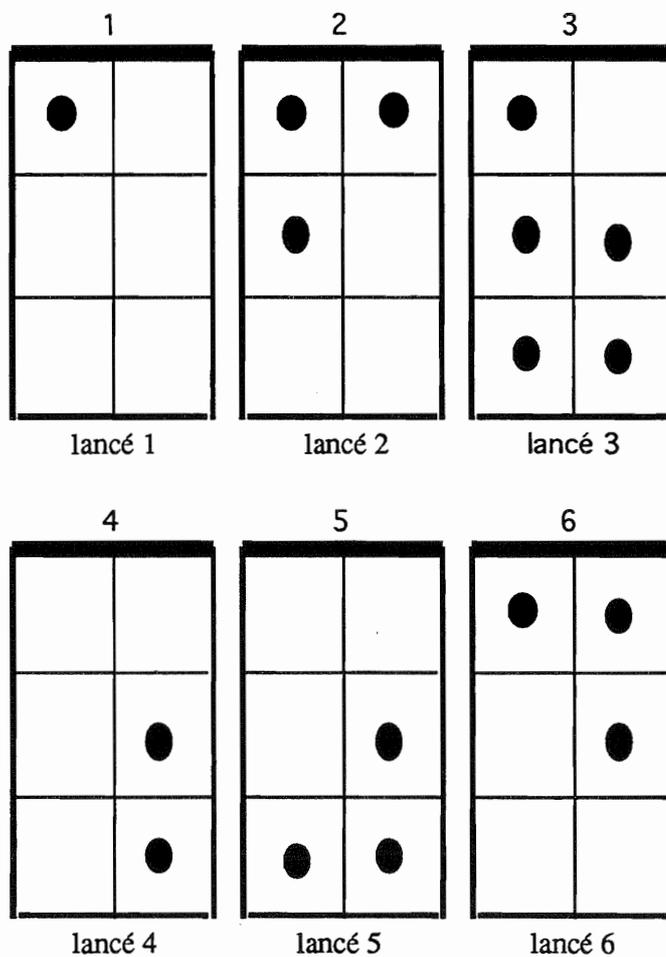
Phase 5

Variante possibles.

Le nombre de cases peut être adapté au niveau des enfants (cartes à 4 cases ou cartes à 10 cases).

Il n'est pas nécessaire de jouer avec le jeu complet (respecter seulement la complémentarité des cartes).

Exemples



HISTOGRAMME DE LA MÉTÉO

Contexte

Dans de nombreuses classes maternelles ou CP, les enfants complètent chaque jour le tableau "météo" (on retrouve fréquemment l'un des deux modèles ci-dessous) en indiquant pour chaque jour le temps qu'il fait à l'aide des signes qu'ils ont élaborés ou choisis.

On convient de n'indiquer qu'un signe (temps dominant) par jour. De plus pour que le tableau hebdomadaire soit complet, on pourrait en ce qui concerne le mercredi ou le dimanche, demander à 2 ou 3 enfants de faire le relevé chez eux et de venir le noter dans le tableau le lendemain. On adoptera la même démarche pour les petites vacances.

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche

Tableau 1

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
soleil							
pluie							
nuage							
....							

Tableau 2

Histogramme du mois

Principe

Il s'agit pour chaque mois de faire apparaître le nombre de jours de soleil, de pluie, de nuages...

Pour cela le maître prépare un tableau du type ci-dessous :

- dans chaque colonne on a dessiné le code du temps,
- chaque case représente un jour.

Dans l'exemple ci-dessous il y a eu dans le mois 7 jours de soleil, 4 jours de pluie, 8 jours de nuage...

NB Ces cases peuvent être numérotées ou non selon le niveau de la classe. Les nombres correspondent au nombre de jours de soleil, de pluie...

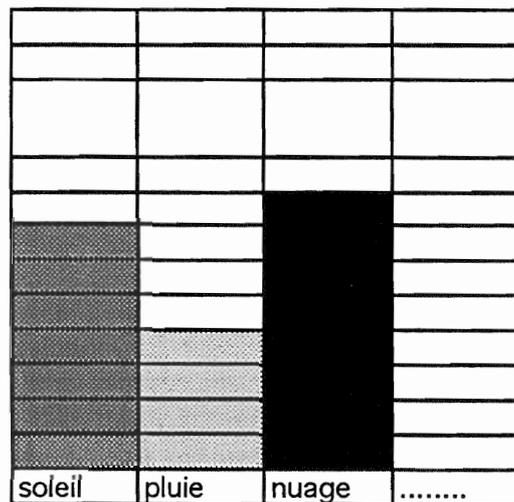


Tableau 3

Modalités de mise en oeuvre

Cette activité peut se réaliser dès que le tableau météo a été mis en place, au milieu de la moyenne section par exemple.

Moyenne section

Dans un premier temps et avant d'introduire le tableau, le maître propose des abaquas avec des jetons forme et/ou couleur (type ASCO par exemple).

Les enfants choisissent un type de jeton pour désigner chaque type de temps. Chaque jour après le codage du tableau hebdomadaire (tableaux 1 ou 2), les enfants enfilent sur l'abaque un jeton correspondant au temps (une tige par type de jeton).

Dans un deuxième temps, le maître introduit le tableau 3. Chaque jour un enfant colorie une case dans la colonne du temps correspondant.

Grande section

Cette activité est à proposer lorsque les enfants sont familiarisés avec le relevé météo, la lecture de tableau à double entrée, et qu'ils commencent à pratiquer la comptine numérique.

En début de mois, le maître présente le tableau 3 non numéroté et la consigne : "Chaque jour on colorie une case dans la colonne du temps qu'il fait".

En fin de mois, afin de comparer les différents types de temps au cours du mois on peut être conduit à numéroté les jours de manière à faire des remarques quantitatives (voir partie exploitation).

Exploitation du tableau pour un mois donné

- Dans ce mois quel type de temps a-t-il fait le plus souvent : soleil ? pluie ? Rangements des types de temps selon leur fréquence dans le mois.

- Comparaison quantitative: combien de jours de soleil de plus (ou de moins) que de pluie ? Comparaison à l'aide des carreaux (aspect cardinal) ou de la file numérique (aspect ordinal) ; lien entre deux après et deux de plus.

Prolongements

Au bout de 3 ou 4 mois, à l'aide des tableaux précédemment établis, on pourra rechercher quel est le mois où il a fait le plus de soleil, le mois le plus pluvieux, etc.

De nombreux autres prolongements peuvent être envisagés, en particulier au CP.

MODULE DE FORMATION MATHÉMATIQUES A L'ÉCOLE MATERNELLE

Ce texte est une relation approximative du module de formation "mathématiques à l'école maternelle" organisé à Saint-Brieuc à l'intention des PE2 au cours du premier trimestre de l'année 1992/1993. Cette période de trois mois comprend aussi un stage en tutelle de deux semaines.

Ce choix d'une formation professionnelle forte (!) "mathématiques à l'école maternelle" résulte d'un triple constat :

1- Deux PE2 sur cinq sortant de l'IUFM sont nommés, en premier poste, en école maternelle.

2- La formation professionnelle en année préparatoire au concours (PE1), si elle existe, a généralement pour support des contenus mathématiques relevant plutôt de l'école élémentaire et bien souvent, d'ailleurs, du cycle des approfondissements.

3- Il existe bien une spécificité "école maternelle".

Le "cours" de mathématiques est programmé chaque mardi de 8h30 à 12h. Chaque séquence comprend deux plages : une première plage, un peu professorale, où le formateur est très

présent, une deuxième plage plus travaux pratiques ou travaux dirigés : intervention de collègues IMF, visite de classe (avec leur mise en oeuvre), construction de jeux (le site dispose d'une salle de travaux manuels éducatifs et d'un atelier "bois"),...

Dans chacune des 12 séquences décrites, on trouvera son titre qui sous-tend les objectifs du formateur, une introduction à la séquence, des supports possibles utilisés ou non (interventions d'un IMF, articles, ouvrages, cassettes vidéo, films,...), des activités (lectures, mise au point de séquences de classe, etc.).

La durée du module est d'une quarantaine d'heures, non compris le stage en tutelle.

Les 12 séquences du module

- 1 Mathématiques à l'école maternelle.
- 2 Processus et situations d'apprentissage.
- 3 Structuration de l'espace.
- 4 Géométrie.
- 5 Désignations d'objets et d'ensembles.
- 6 Activités à règles.
- 7 et 8 Apprentissages numériques.
- 9 La spécificité de la petite section.
- 10 Pédagogie différenciée et la classe enfantine-CP.
- 11 Exploitation collective du stage en tutelle.
- 12 Préparation du stage en responsabilité (2e trimestre).

Séquence 1

Mathématiques à l'école maternelle

Introduction

- Quels souvenirs avez-vous de votre scolarité à l'école maternelle ?
- Quelle idée vous faites-vous de l'école maternelle actuelle ?
- Présentation de l'école maternelle de 1993.

Supports

"Mathématiques à l'école maternelle: des conceptions qui ont varié"
(J.Bolon, Grand N n° 44).

L'article est distribué et commenté.

Entretien avec une ancienne directrice d'école maternelle.

Activités

Lecture : les cycles à l'école primaire et en particulier, les orientations pour l'école maternelle.

Consultation de quelques manuels (de 1880 à 1970) de la collection du CDDP de St Brieuc.

Séquence 2

Processus et situations d'apprentissage

Introduction

- Présentation de l'activité "Boîtes à épices" (voir Annexe 1) pour rappeler les qualités d'une situation d'apprentissage.

- Présentation de l'activité "Armoire à confitures" (voir Annexe 1) : des activités variées visant un même et unique objectif mathématique et/ou une même activité pour des objectifs mathématiques différents.

- L'exploitation du nombre '23' (dans une classe de grande section à 23 élèves) : des situations fonctionnelles pour apprendre.

- Les serpents de couleur (Moyenne section) (L.Champdavoine) : des situations de jeux pour apprendre.

Supports

Activités mathématiques (G.Zimmermann, 2 volumes, éditions F.Nathan).

Les mathématiques par les jeux (L.Champdavoine, 2 volumes, éditions F.Nathan).

Intervention d'une collègue IMF sur l'exploitation mathématique de l'accueil du matin.

Activités

Construction de quelques jeux
(cf L.Champdavoine).

Séquence 3

Structuration de l'espace

Introduction

Présentation par une collègue IMF de l'exploitation mathématique de l'activité "Course d'orientation" en grande section : espace vécu, espace représenté.

Supports

Bande vidéo "Petit pion deviendra grand" (CDDP de Quimper) à propos de l'apprentissage du jeu d'échecs à l'école maternelle.

"Du rite de l'appel... à des activités mathématiques en grande section d'école maternelle" (C.Houdement et M.L Peltier Grand N n° 51).

Activités

Techniques de construction de maquettes.
Préparation d'une séquence courte en vue du stage en tutelle (jeux de marelles, de cordes, déplacements,...).
Repérage dans le temps (en liaison avec l'exploration de l'espace) : prise de photos relatant la chronologie d'un déplacement ou la journée de l'écolier ; construction de plusieurs jeux d'images séquentielles.

Séquence 4 Géométrie

Introduction

Présentation des activités citées dans "Vivre le triangle à l'école maternelle" (C.Rimbault, Actes du colloque de Cahors 1991).

Supports

Espace et géométrie avec des enfants de 4 à 6 ans (D. Chauvat et A. David, IREM de Nantes).
Manipuler, organiser, représenter (F.Boule, éditions A. Colin).
Mondrian...ités (M.Kerneis, bulletin des PEN n° 14, IREM de Rennes).
Le cube SOMA (C. Rimbault, bulletin APMEP n°381).

Activités

Construction et exploitation pédagogique de puzzles géométriques.
Adaptation à l'école maternelle d'activités de pavage.
Que peut-on faire en géométrie, à l'école maternelle, avec un cube 10x10x10 ?

Séquence 5 Désignation d'objets et d'ensembles

Introduction

Exploitation pédagogique de la photo de groupe de la classe, des photos individuelles des enfants, de leurs prénoms, de leurs "étiquettes".

Supports

Construction d'un code de désignation d'objets à l'école maternelle (J. Peres, IREM de Bordeaux).
Bande vidéo " Le trésor" (J. Peres, IREM de Bordeaux).

Activités

Préparation d'une ou deux séquences courtes en vue du stage.
Fabrication de jeux de cartes.
Fabrication de jeux à un ou deux dés, en particulier le jeu du prisonnier (C. Rimbault, diffusion restreinte).

Séquence 6 Activités à règles

Introduction

Présentation de jeux à règles.

Supports

Les mathématiques par le jeu (L.Champdavoine).
Mathématiques à la maternelle (M.Rodes, CDDP d'Albi).
On trouvera aussi des idées de jeux adaptables à l'école maternelle dans :
"Jeux I" (APMEP)
"Jeux" (B. Bertinelli, Irem de Besançon)
"Mathématiques et jeux" (F. Boule Cedic).
Les papiers cadeaux (J.Bolon, diffusion restreinte).

Activités

Rédaction de fiches pédagogiques pour des jeux (objectifs pédagogiques, matériel, règles d'utilisation, variantes,...)
Constructions de jeux (jeux à algorithmes, jeux à une différence, frise, pavages, etc....)
Adaptation de jeux existants à l'école maternelle.

Séquences 7 et 8

Apprentissages numériques

Introduction

Rappel de quelques conceptions d'apprentissages numériques.

Retour sur l'exploitation du nombre '23' (dans une classe de Grande section de 23 élèves).

Supports

Apprentissages numériques, Grande section de maternelle, ERMEL éd. Hatier.

"Compter à l'école maternelle ? Oui, mais..." (R. Brissiaud, Grand N n° 43).

"Livres à compter" (D. Valentin, Grand N n° 52).

Recueil de comptines numériques (N. Porcel, en Annexe 2).

Activités

Construction de jeux.

Construction d'une spirale numérique ("Les spirales numériques", D. Barataud et P. Lestievent, CNEFASES de Beaumont sur Oise).

Apprentissage et utilisation pédagogique de quelques comptines numériques.

Exploitation de jeux classiques : dominos, jeu de 52 cartes, tarots,...

Séquences 9

La spécificité de la petite section

Introduction

Entretien avec une IMF enseignant en petite section.

Supports

La petite section d'école maternelle (E. Bertouy, éditions de l'école).

Activités

Construction de jeux pour la petite section.

Sélection et apprentissages de comptines numériques ou non.

Jeux de doigts (entraînement).

Séquence 10

Pédagogie différenciée et la classe enfantine

Introduction

Entretien avec deux collègues IMF ayant en charge, l'une les PS et MS, l'autre les GS-CP avec décloisonnement l'après-midi.

Supports

Pédagogie différenciée: un exemple à l'école maternelle (C. Rimbault, Bulletin des PEN n° 1, IREM de Rennes).

Liaison Grande section-Cycle préparatoire (collectif, Bulletin des PEN n° 13, IREM de Rennes).

Activités

Conception d'aides différenciées dans diverses activités (puzzles, jeux logiques,...).

Examen de manuels et de fichiers d'élèves de CP.

Annexe 1

Activité "boîtes à épices" (moyenne section)

Six boîtes en fer blanc avec couvercles (sucre, farine, café, pâtes, thé, poivre) de dimensions différentes et emboîtables sont présentées emboîtées aux enfants dans un sac opaque. Ceux-ci les déballeent puis doivent emboîter à nouveau les pots.

Il s'agit là d'une véritable situation d'action:

- premières tentatives à l'aide de savoirs disponibles que l'on veut mettre à l'épreuve (on "sait faire" avec des cubes emboîtables ou avec une série de casseroles)
- interactions entre les enfants et l'activité : l'enfant reçoit directement des informations de

l'action antérieure ; il peut savoir où il en est à tout moment

- il peut réduire le problème à des sous-problèmes successifs (analyse descendante) puis les réunir pour progresser (analyse ascendante).

En fonction des tentatives, des résultats et des échecs, on pourra faire varier le nombre de pots, les donner sans couvercle, associer simplement un pot à son couvercle, "oublier" un couvercle, ...

Le taux de réussite est plus important avec des poupées russes emboîtables (matériel plus familier sans doute).

Activité "armoire à confitures" (moyenne et grande section)

Matériel:

- Deux armoires à confitures, l'une de 3 x 3 ou 9 cases carrées, l'autre de 4 x 4 ou 16 cases. Chaque case est un carré frontal de 12 cm de côté, la profondeur étant de 6 cm. (on peut aussi, pour la petite section, utiliser une armoire de 2 x 2 ou 4 cases).
- Des petits pots en verre de ration individuelle de confiture. Les pots sont remplis de laine bleue, jaune, rouge ou verte. Dans la phase de découverte ou d'appropriation de la situation, on pourra demander aux enfants de remplir eux-mêmes de laine les petits pots.
- Les couvercles de ces petits pots peuvent être de la même couleur ou de couleurs différentes (variable à gérer en fonction des objectifs assignés).

Que faire avec l'armoire à confitures ? (Une idée volée au stage "Mathématiques à l'École Maternelle" de Toulouse en novembre 1989). Il faut d'abord, à propos de notions mathématiques, dégager des objectifs mathématiques. L'armoire à confitures sera alors une

activité parmi d'autres permettant d'approcher un objectif bien déterminé. Il ne faut donc pas vouloir à tout prix et, dans un laps de temps réduit, "presser" l'armoire à confitures pour des objectifs mathématiques différents. Il est de loin préférable de l'utiliser quand il le faut pour un objectif précis: occasion d'envisager divers points de vue sur une notion ou de renforcer la compréhension que les enfants en ont, ou de mieux la maîtriser ou de la réinvestir.

L'armoire à confitures pourra être le support d'activités visant trois grandes catégories de notions :

- 1-Topologie (dehors, dedans, au dessus, sur,entre, ...).
- 2-Nombre (correspondance terme à terme, il en manque, il en reste, perception nouvelle de collections,décompositions,...).
- 3-Logique (lignes, colonnes, tableau à double entrée, jeux logiques, ...).

Annexe 2

COMPTINES POUR COMPTER

(rassemblées par Nicole Porcel).

A DEUX

A deux volent les hirondelles.
A deux se posent sur les toits.
A deux elles gardent leurs nids.
A deux nourrissent leurs petits.
A deux sont venues à l'automne.
A deux franchissent la mer Jaune.
A deux reviendront l'an prochain.

(poème chinois)

Une pie - tant pis !
Deux pies - tant mieux !
Trois pies - il est parti !
Cinq pies - il reviendra !
Six pies - jamais !

Un - deux v'là les œufs !
Trois - quatre faut les battres !
Cins - six c'est Alice !
Sept - huit qui les cuit !
Neuf - dix c'est Félix !
Onze - douze qui les couve !

IL ÉTAIT TROIS PETITS SAPINS

Il était trois petits sapins
Debout au bord d'une clairière.
Il était trois petits lapins
Qui les aiment comme des frères
Il était, sous ces sapins-là,
Trois petits champignons des bois
Et, sous ces champignons étroits
Trois papillons qui couchaient là.
Il était trois petits enfants
Qui habitaient près de ce bois,
Et trois agneaux cabriolants
Qui les suivaient dans leurs ébats.

Maurice Carême

POUR L'ENFANÇON

Jean-Jean, notre bon marchand.
Ne vend que des ânes blancs.
En a vendu un, lundi
Pour un pied de céleri.
En a vendu deux, mardi,
Pour deux bottes de radis.
Et puis, trois, le mercredi,
Pour trois petits canaris.
Et puis quatre, le jeudi
Pour quatre grosses souris.
Et puis cinq, le vendredi,
Pour cinq puces dans son lit.
Et puis six, le samedi,
Pour sa place au paradis.
Dimanche n'a rien vendu,
Il les avait tous perdus.

Louise Paulin

POUR FAIRE UNE OMELETTE

Deux et deux font quatre,
Quatre et trois font sept,
Deux et deux font quatre,
Trois fois trois font ne uf :
Pour faire une omelette
Il faut battre, il faut battre,
Pour faire une omelette
Il faut battre l'œuf.

Tristan Klingsor

POMME, POIRE, ABRICOT

Pomme, poire, abricot,
Y en a une, y en a une,
Pomme, poire, abricot,
Y en a une de trop.
Dans la cuillère à pot
Une, c'est pour toi les prunes,
Deux, c'est pour toi les œufs,
Trois, c'est pour toi les oies,
Quatre, c'est pour toi la claque.

Un nez - une bouche,
je touche - c'est à moi.
Deux yeux - deux oreilles,
je touche - c'est à toi.
Ma main - l'autre main,
ta main - ton autre main.
1-2-3-4 : quatre mains,
qui s'aiment bien.
Mon pied à moi - ton pied à toi,
l'autre pied à moi - l'autre pied à toi,
quatre pieds qui marchent.
Toi et moi, tous les deux,
on est heureux.

UN SAUT, DEUX SAUTS...

Un saut, deux sauts, trois saluts,
La fauvette, la fauvette :
Un saut, deux sauts, trois saluts,
La fauvette est dans les nues

René Violaines

Le premier - lève le pied,
Le second - fait un bond,
et le trois : reste coi.
Mais le quatre -
savrez-vous, il va nous battre.

RONDE DES FRUITS

Trois petits bonshommes
M'ont dit leur histoire.
Le premier sussure :
"Je suis monsieur Poire".
Le second murmure :
"Je suis monsieur Pomme".
Le troisième assure :
"Je suis monsieur Prune".
Au clair de la lune,
Pomme ? Prune et Poire.
Du matin au soir,
Poire, Prune et Pomme

Louis Guillaume

LA DENT DE LAIT

Une dent de lait
qui veut s'en aller...
Bon voyage !
Bon voyage !
A la souris grise
Je la donnerai,
pour un sou...
pour deux sous...
pour trois sous troués.

Rose Celli

MADemoiselle LEROY

1, 2, 3, Mademoiselle Leroy
4, 5, 6, Mademoiselle Louise
7, 8, 9, Madame Lebœuf,
10, 11, 12, une blouse,
13, 14, 15, la figure d'un singe.

Bibliographie utilisée pour cet inventaire

- Les débuts du calcul C. P. M. n° 18 - Ed. A. Colin
- Recherches sur le pré-calcul de A. Brauner
- Comptines choisies G. Jean
- Actes colloque AGIEM Bordeaux 1986.

CATHERINE AUX CHEVEUX ROUX

Catherine aux cheveux roux
Combien de filles avez-vous ?
Cinq à la guerre,
Cinq à la terre,
Cinq au ruisseau,
Cinq qui gardent la maison.

Ronde de Gascogne
(*et ainsi de suite, en diminuant d'une unité à chaque couplet*).

MONTE LUNE

Un, deux, trois,
Monte lune, monte lune,
Un, deux, trois,
Retombe à terre trois fois.
C'est fini.

Albert Flory

Une, deux, trois, quatre,
La grenouille veut se battre,
Cinq, six, sept, huit.
Allez vous cacher bien vite.
Neuf, dix, onze, douze,
La grenouille est très jalouse
Treize, quatorze, quinze, seize,
de toutes les grenouilles anglaises.

Anne Sylvestre

Une lune brune,
Deux sous de cheveux,
Trois méchantes prunes,
Dis ce que tu veux
Voir à Pampelune :
Une vache en or,
Deux tours en argent,
Trois toréadors ?
Hé ! tu es dedans ;
Moi, je suis dehors

UNE GÉOMÉTRIE QUI BOUGE

UTILISATION DU LOGICIEL CABRIGÉOMÈTRE

Atelier B 5

Gérard VIVIER
IREM de Grenoble

Si le logiciel d'apprentissage de la géométrie Cabri-géomètre commence à pénétrer dans les collèges et lycées, nombreux sont ceux, mêmes parmi les cabriophiles, qui doutent de son intérêt à l'école primaire.

Cet atelier avait pour but, à côté d'un aspect de présentation de Cabri, de discuter de cette question au travers de quelques exemples d'activités proposables en classe. Celles-ci correspondent soit à un travail individuel des élèves sur ordinateur, soit à une utilisation en phase collective grâce au grand écran.

Dans les deux cas, Cabri est utilisé, par ou devant les élèves, non pas tant comme outil de construction géométrique mais plutôt à travers des figures déjà construites (déjà disponibles ou spécialement fabriquées par l'enseignant) qu'il suffit de manipuler avec la souris et qui constituent ainsi des "objets pour apprendre avec", c'est-à-dire des aides à la construction d'images mentales riches et dynamiques.

Tout comme les objets physiques indispensables aux activités géométriques à l'école primaire (puzzle, pliage, gabarit, lego, cubes, ...) les figures construites avec le logiciel Cabri sont en effet 'manipulables' : on peut, avec la souris, faire glisser sur l'écran les points dits "libres" à partir desquels la figure est construite, tandis que le logiciel conserve à l'ensemble toutes les propriétés géométriques imposées au moment de la construction.

Par exemple, un triangle dès lors qu'il est dessiné sur une feuille de papier, n'a plus

rien d'un "triangle quelconque" et devient de fait "particulier", alors que le Cabri-triangle, modifiable à l'infini, engendre "physiquement" la classe des "triangles quelconques" (traçables à l'écran), tandis qu'une autre construction engendrera la classe des "triangles rectangles".

Ainsi, on dispose d'une "figure informatique" d'un type nouveau qui grâce à son potentiel de variation (dynamique et continu) est une représentation visuelle et "manipulable" d'une classe d'objets et donc d'un concept, par essence, abstrait et difficile à concevoir.

On pourra jouer sur le couple liberté / contrainte et aider à "faire abstraction" des aspects **variables** pour dégager les **invariants**.

Exemple 1 :

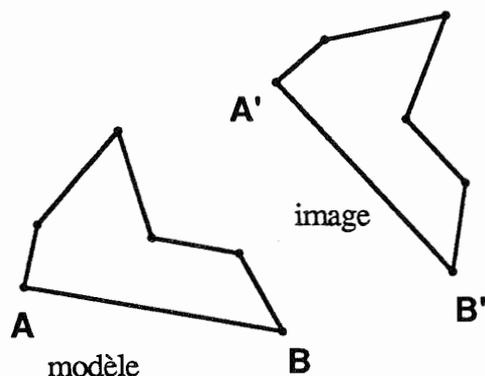
Le quadrilatère mystérieux

Ici l'activité consiste, à travers la manipulation libre d'une figure, à en observer et identifier les propriétés (contraintes).

Au départ on voit un carré à l'écran mais en déplaçant les sommets on peut le déformer : ce n'est plus un carré... mais une contrainte subsiste qu'il faudra découvrir, par exemple celle du trapèze, ou encore celle du "cerf-volant", etc .

Exemple 2

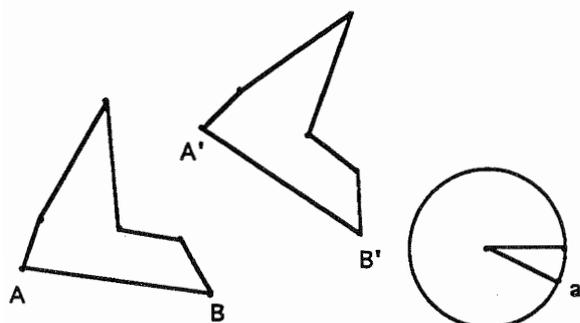
Notion d'isométrie directe et de figures superposables



Les quatre sommets non nommés du modèle sont "libres" et leur manipulation provoque les déformations homologues sur l'image. L'image peut, soit être déplacée en translation en saisissant le point libre A', soit pivoter autour de A' en saisissant le point semi-libre B'.

Consigne : mettre en coïncidence l'image et le modèle.

Isométrie, rotation et notion d'angle



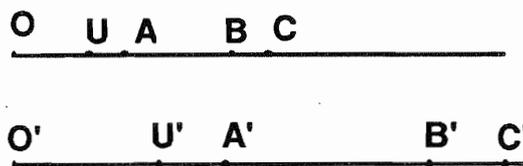
Cette fois la rotation de l'image autour de A' est obtenu par déplacement du point a semi-libre sur le cercle (plus tard cercle trigonométrique).

Remarque :

la comparaison avec Logo (avec lequel Cabri entretient des relations d'amitié réciproque) est ici intéressante : même association entre "angle" et rotation mais avec une image Cabri plus proche de la géométrie scolaire.

Exemple 3 (sur grand écran)

Des images dynamiques pour la proportionnalité



Les longueurs $O'U'$, $O'A'$, $O'B'$ et $O'C'$ et $O'D'$ restent respectivement proportionnelles aux longueurs OU , OA , OB et OD .

U , A , B , C et U' sont manipulables. Le rapport $O'U'/OU$ renvoie à la notion d'échelle et donne le rapport de proportionnalité. Quand on déplace de manière indépendante A , B ou C sur la droite, A' , B' et C' se déplace sur l'autre droite en conservant la relation de proportionnalité.

Remarquons que la figure permet diverses remarques sur la proportionnalité entre les accroissements ...

On peut aussi commencer bien plus simplement par O, U, A et O', U', A' .

Exemple 2

Travail collectif sur grand écran sur la symétrie axiale

(Compte rendu des séances réalisées dans une classe de 6^e par Claude Croquette).

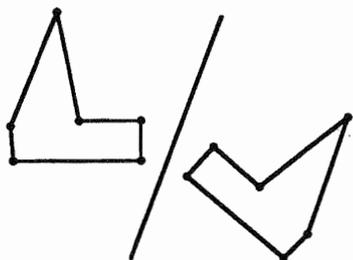
Ce travail peut aisément être repris dans une classe de CM2.

La démarche :

- Partir de la vision familière de la symétrie à l'école primaire qui est la notion de pliage pour passer à une autre représentation qui reste dans le plan
- Montrer les propriétés de la symétrie globale avant leur aspect ponctuel
- Faire alterner des activités collectives où Cabri sert à montrer et des activités individuelles où les élèves utilisent papier, crayon et gabarit de carton.

Déroulement

Situation 1 (sur grand écran)



la figure initiale appelée modèle est représenté en noir et son image en rouge.

Après une première étape d'observation-discussion,

*on déplace le modèle par translation, que devient l'image ?

- quand le modèle 'monte' ou descend, l'image va dans le même sens
- quand le modèle est déplacé vers la gauche l'image va vers la droite (en sens inverse)
- quand le modèle touche l'axe, l'image fait de même
- et si le modèle coupe l'axe ? (faut-il le faire ?).

Par toutes ces manipulations on observe l'importance de l'axe de symétrie souvent négligée lorsque qu'on fait une approche globale de cette transformation. On retrouve ainsi l'image familière du "pliage" autour de l'axe. Il est également possible de déplacer l'axe sur l'écran.

*En manipulant le point semi-libre B on peut faire pivoter le modèle autour de A, que devient l'image ?

Elle tourne ... en sens inverse. On touche là une propriété rarement abordée dans l'enseignement de la symétrie axiale faute de Cabri.

Activités papier-crayon menées en parallèle : sur une feuille où se trouve dessinée le modèle et l'axe, placer empiriquement à l'emplacement prévu de l'image un gabarit en carton du modèle. On vérifie ensuite sur le grand écran.

Situation 2 (sur grand écran)

Le modèle proposée est maintenant déformable, puisque six de ses sommets sont des points libres. Que devient l'image ?

Quand on déplace un point sur le modèle, quel point "bouge" sur l'image ?

on appréhende ainsi la notion de point homologue. On prolonge ce travail sur papier en nommant les points homologues sur divers exemples.

Quel est le lien entre deux points homologues ?

On fait apparaître le segment AA' ; à partir de l'observation de la figure sur l'écran, on cherche à aboutir à la formulation précise : "l'axe de symétrie est médiatrice du segment AA' ".

Le scénario utilisé ici pour la symétrie axiale pourrait être repris à l'école sur des transformations comme la translation ou l'agrandissement en parallèle.

ACTIVITÉS NUMÉRIQUES À L'ÉCOLE

Atelier B 6

Bernard CAPPONI
IREM de Grenoble

I - Calcul machine, calcul mental, calcul écrit

Cet atelier avait pour but de poser le problème de l'articulation entre ces différents types de calculs et prenait appui sur la travail de DEA de Bernard Blochs (Strasbourg).

1 - Réalisation d'un test (niveau 4^o-3^o) et bilan.

2 - Problématisation de la question en ce qui concerne l'enseignement primaire : place de la calculatrice et performance (Travail de groupes puis synthèse collective et dégagement des points forts sur la question).

Calcul machine, calcul mental, calcul écrit

Dans une classe de quatrième de collège un travail a été proposé pour étudier quelles techniques de calculs sont utilisées par les élèves. Ce travail date de 1986. Vous allez d'abord prendre connaissance du travail proposé en le faisant vous même. Vous répondrez ensuite à des questions à ce sujet. Sur la feuille annexe il y a 20 calculs. Pour chaque calcul on peut utiliser une des trois techniques : calcul mental (me), calcul avec papier et crayon (cp), calcul avec une machine (ma).

1 - Faites les calculs, inscrivez le résultat sur la même feuille et cochez pour chacun l'une des trois cases situées sous le calcul selon les indications suivantes :

Vous cochez **me** quand vous n'écrivez que le résultat du calcul

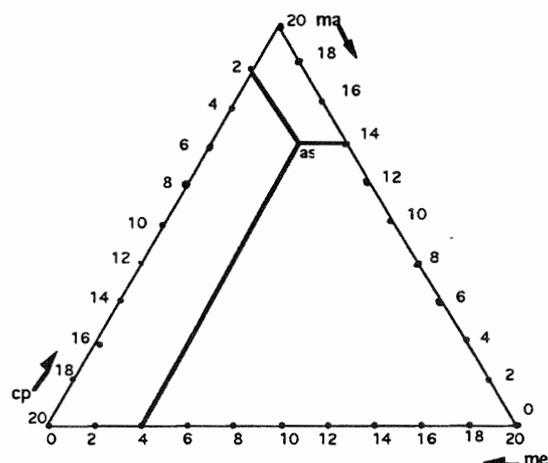
Vous cochez **cp** quand vous avez utilisé un crayon et un papier même pour poser une retenue ou un résultat intermédiaire.

Vous cochez **ma** quand vous avez utilisé une machine même pour un calcul partiel.

Les résultats demandés sont exacts et non approchés.

2 - Notez le nombre de cases de chaque catégorie que vous avez obtenues dans ce tableau.

me	cp	ma
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Les élèves ont réalisés en moyenne 15 calculs exacts à cette épreuve. Le calcul machine a été de loin le plus choisi, le calcul cp étant le moins choisi.

Certains calculs ont été faits à plus de 75% avec la même technique par les élèves.

Parmi ceux-ci :

il y a 6 calculs **ma** : essayez de déterminer lesquels.

il y a 1 calcul **cp** : essayez de déterminer lequel

il y a 2 calculs **me** : essayez de déterminer lesquels.

Essayez de donner les critères qui vous ont permis de choisir.

3 - Les calculs qui portent les numéros 11 et 17 ont été faits par presque tous les élèves à la machine et ont donné lieu à de très nombreux échecs. Un seul élève a réussi ces deux calculs et il les a fait sur le papier.

Expliquez pourquoi ces échecs ont eu lieu et donnez une méthode pour faire ce calcul avec la machine.

4 - Les calculs 15 et 20 sont les mêmes.

Mais pour les élèves ni les résultats ni les méthodes ne sont les mêmes :

Pour ces deux calculs les réussites sont voisines.

Essayez d'identifier et de décrire les techniques qui ont pu être utilisées en justifiant soigneusement vos choix.

5 - Pour les calculs suivants, qui sont donnés par ailleurs aux élèves, quelques élèves ont utilisé le calcul **cp**. Pour chacun d'eux indiquez les méthodes qu'ils ont pu utiliser pour réaliser ce calcul **cp**.

Calcul 1 : 41^2 .

Calcul 2 : $1,99999 \times 2,00001$

Calcul 3 : $17,0001^2$.

II- Les outils numériques dans les problèmes

Cette séance a été l'occasion d'une réflexion autour de différentes activités traitant de problèmes numériques. Des exemples de ce type d'activités ont été fournis aux participants à partir d'extraits des fichiers :

"Mathématiques Activités de soutien 6ème-5ème" IREM de Grenoble Editions Magnard.

En particulier :

Activités d'estimation - lien avec la proportionnalité.

Activités géométriques menant au numérique (cadrages, périmètres)

Tableaux de nombres, 'avec des 4', multiplications bizarres, puzzle etc.

Autour de l'entraînement aux techniques de calcul. (à partir du logiciel DANTET).

III - Un tableur comme outil de calcul :

Approches élémentaires : arithmétique symbolique.

Ce dernier atelier, avec peu de présents, a permis à des professeurs ne connaissant pas du tout l'objet tableur de découvrir ces remarquables outils de calcul. Des indications sur les difficultés et les applications possibles en classe ont été données.

ANNEXE

Test de Bernard Blochs

1) 41^2

me cp ma

--	--	--

2) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}$

me cp ma

--	--	--

3) $8,64 \times 3$

me cp ma

--	--	--

4) $0,6^2$

me cp ma

--	--	--

5) $-3 - 8$

me cp ma

--	--	--

6) $0,632^2$

me cp ma

--	--	--

7) $\frac{2}{5} - \frac{7}{5}$

me cp ma

--	--	--

8) $\frac{-21}{4} : \frac{35}{20}$

me cp ma

--	--	--

9) $\frac{14 \times 25 \times 9}{45 \times 28 \times 18}$

me cp ma

--	--	--

10) 2^{10}

me cp ma

--	--	--

11) $8,7654321 \times 9$

me cp ma

--	--	--

12) $9,87 \times 6,543$

me cp ma

--	--	--

13) $0,2 \times 0,1$

me cp ma

--	--	--

14) 9^3

me cp ma

--	--	--

15) $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$

me cp ma

--	--	--

16) 15×230

me cp ma

--	--	--

17) $2,712 \times 7,2121$

me cp ma

--	--	--

18) $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6$

me cp ma

--	--	--

19) $2197 + \frac{1}{4}$

me cp ma

--	--	--

20) $0,5 \times 0,25$

me cp ma

--	--	--

MISE EN PLACE DES CYCLES À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE ET ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Atelier B 7

Roland CHARNAY
IUFM - Bourg-en-Bresse
Dominique VALENTIN
IUFM - Antony

compte rendu rédigé à partir des notes de Mireille Lamant.

L'objectif de l'atelier était de mettre en évidence l'intérêt que peut représenter l'organisation de l'école élémentaire en cycles de trois ans, en particulier pour l'enseignement des mathématiques. Nous avons travaillé sur trois plans :

- description des effets déjà visibles à partir de l'expérience des participants à l'atelier ;
- repérage des points les plus intéressants de cette organisation, ceux qu'il faudrait développer et surtout ne pas perdre et qui peuvent se transformer en objectifs de formation ;
- ébauche de stratégies de formation permettant d'atteindre ces objectifs.

1 - Etat des lieux

Un tour de table fructueux nous permet de dégager quelques acquis et, surtout, beaucoup de réticences et de difficultés :

a - Acquis

On peut les organiser autour des trois thèmes que nous avons évoqués au début de l'atelier, en référence à l'exposé fait par Roland Charnay l'an dernier à Besançon¹ : cohérence, continuité, différenciation.

¹ Actes des XVIIIème et XIXème Colloques inter-IREM.

- La **cohérence** : le fait de devoir travailler en équipes de cycles (qu'elles soient effectives ou non) amène à regarder les contenus (principalement tout ce qui tourne autour de la maîtrise de la langue, mais aussi les mathématiques) d'un nouvel œil, ce qui provoque des demandes de formation continue, des stages par cycle, principalement au cycle 1. C'est même dans certains cas, une redécouverte de la possibilité de faire des mathématiques à l'école maternelle qui émerge.

Les IEN formulent également des demandes de participation des PIUFM pour organiser des stages d'école ou de cycles.

- la **continuité** : le fait de demander aux maîtres la prise en compte de l'ensemble des contenus d'un cycle les amène à se poser de nouvelles questions sur les progressions, mais aussi sur l'importance de la durée dans le processus d'apprentissage. Même s'il ne s'agit que de frémissement..., il paraît difficile de continuer à ne considérer que l'unité "année scolaire" pour définir les acquisitions.

- la **différenciation** : même si personne ne connaît vraiment sa définition, ses fonctions, et encore moins ses modalités, le terme est lâché ! Difficile aujourd'hui d'en ignorer l'existence..., d'autant plus que le thème provoque une forte demande de formation. Il arrive même que la différenciation

devienne thème de mémoire en Formation Initiale.

b - réticences, difficultés

- la *panique* : c'est d'abord la peur du changement, des nouvelles contraintes, des réunions obligatoires etc, souvent par incapacité de voir les intérêts des propositions

- les *malentendus* : pour beaucoup, l'organisation par cycle est synonyme de "grand chambardement" : on fait éclater les classes, on mélange les enfants d'âges différents, on accroît l'hétérogénéité, on transforme sa classe de CP en classe à deux ou trois niveaux...

- "*l'évaluationnisme*" : l'accent mis sur l'évaluation (en particulier les évaluations nationales CE2-6ème), la diffusion des fichiers, des livrets, ont parfois un effet pervers et on se met à évaluer pour évaluer ;

- les *groupes de niveaux* : l'injonction de différenciation provoque la mise en place de groupes de niveaux qui deviennent parfois permanents ou la recherche de recettes miracle vite applicables ;

- la *perte de repères* : on avait bien l'habitude d'un niveau déterminé pour lequel on s'était construit une progression solide ; en organisant les apprentissages sur tout le cycle, on ne sait plus très bien comment répartir les acquisitions, programmer les exigences, etc. Et la Grande Section de Maternelle ? Finalement à quel(s) cycle(s) appartient-elle ?

- *l'incommunicabilité* : pour que le cycle prenne corps, il faut que les enseignants apprennent à communiquer, à échanger vraiment, à mettre à plat leurs pratiques, sans peur d'être jugés ou d'être "volés" de leurs idées. Plusieurs participants font la remarque que ces craintes sont présentes chez TOUS les enseignants et formateurs et qu'il est bien rare qu'une confiance suffisante parvienne à s'établir et permette un véritable échange de pratiques...

- *l'attentisme* : et si c'était une mode de plus ? attendons que ça passe !

A la lumière de ces réflexions, il semble bien que les "dangers" de la mise en place des cycles soient plutôt le fait de dérives que de l'organisation proposée elle-même.

2 - Points forts

Le débat montre la nécessité de quelques clarifications.

* Le *travail en équipe* n'est pas une nouvelle mode, il n'est pas une fin mais un moyen pour construire cohérence et continuité au sein d'un même cycle mais aussi d'une même école.

Les échanges entre maîtres devraient permettre d'explicitier les différentes conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement. Il ne s'agit pas de les rendre semblables (et qui le pourrait ?), les différences étant légitimes et riches, mais de permettre à chacun de se situer et aux enfants de mieux comprendre les différences de contrat d'une année à l'autre, au lieu de chercher seul à les identifier.

La formation (quelle que soit sa forme, (stages, journées pédagogiques, ...) devrait permettre cet échange sur les hypothèses implicites. La présence d'un médiateur (personne étrangère à l'équipe, projet,...) à l'occasion de certaines rencontres de maîtres peut aider à aborder ces sujets tabou.

* L'importance de *la durée dans tous les apprentissages* (et c'est aussi le cas pour les actions de formation initiale et/ou continue) a été largement mise en évidence. Des notions comme celle de "champs conceptuels" permettent d'organiser les connaissances en réseaux complexes mais qui garantissent plus de sens.

La formation devrait permettre aux enseignants de travailler ces questions à plusieurs (du même niveau, du même cycle,...) et leur éviter d'ingurgiter une littérature souvent trop formelle.

* L'idée de "*différenciation*" mérite, elle aussi des analyses fines, des prises de consciences à la fois de sa nécessité et de ses difficultés, voire de ses dangers. Elle doit se jouer dans le contrat clair de l'acquisition des mêmes connaissances pour tous mais avec des modalités variées.

Roland Charnay rappelle les éléments fondamentaux de l'exposé donné à Besançon l'an dernier.

3 - Stratégies de formation

Nous avons retenu trois objectifs pour lesquels nous avons cherché quelques modalités de formation.

- la communication "didactique" (!) à l'intérieur d'une école
- la prise de conscience de ses propres conceptions de l'apprentissage
- la prise en compte des connaissances réelles des élèves.

a - apprendre à communiquer

L'organisation de stages d'école ou de cycle sur un thème donné (par exemple : la résolution de problèmes au cycle 3) paraît un moyen assez efficace à condition que les tâches proposées permettent à chacun de s'investir. On a retenu, par exemple :

- la préparation d'une activité visant un objectif précis, à chacun des niveaux
- le choix d'un manuel à partir d'extraits de plusieurs ouvrages apportés par le formateur et l'aide d'un questionnaire ou d'une grille². En demandant aux maîtres d'argumenter leurs choix, on peut sans doute obtenir des débats de fond.

b - conceptions d'apprentissage

Il n'est pas possible de les aborder de front tant les défenses sont importantes ! Stratégies du détour obligées...

² Cf "Etude de manuels sur les quadrilatères" et "Etude de manuels sur les triangles" J.C. Ducorail, 1991 in Documents pour la formation des professeurs d'école, COPIRELEM, Cahors, mars 1991, Michel Worobel ?

Roland propose le plan d'un stage construit à l'IREM de Lyon (Cf annexe 1) dans lequel une stratégie spécifique a été envisagée pour chaque objectif visé.

c - prise en compte des connaissances des élèves

Il s'agit de bien distinguer ce que peut être une prise d'information de l'état des connaissances des élèves pour réguler l'action didactique et une évaluation, qu'elle soit formative ou non, qui est destinée principalement à l'élève. Beaucoup de maîtres d'une part sous-estiment les capacités de leurs élèves ou les cernent mal, d'autre part n'imaginent guère les procédures personnelles des enfants, leur originalité, le moyen de les hiérarchiser et de les faire évoluer. Dominique propose la stratégie suivante dans le cadre de stages très particuliers.

- il s'agit de stages de cycles en circonscription se déroulant en trois fois une semaine (septembre, janvier et avril, dans le meilleur des cas) en présence de l'équipe de circonscription.

- les stagiaires ont été recrutés par écoles, de manière à ce qu'il y ait deux maîtres par niveau du cycle ; par exemple pour un stage de cycle 2 : deux GS, deux CP et deux CE1

- lors de la première semaine, les stagiaires vont par deux observer des enfants de leur propre classe, pris individuellement hors de la classe, dans la réalisation d'une tâche leur permettant de montrer leurs capacités sur un problème donné. Un protocole est préparé par l'ensemble des stagiaires

- enfin, à l'issue des passations réalisées à tous les niveaux, plusieurs études sont menées ensemble :

- analyse de procédures sur l'ensemble d'un niveau puis sur les trois niveaux, pour un item donné
- analyse détaillée de l'ensemble des productions d'un même enfant
- analyse et modifications éventuelles du protocole: les modifications visent d'une part à éviter les difficultés rencontrées et d'autre part à le rendre utilisable en situation de

classe normale (un maître pour 25 élèves au lieu de deux maîtres pour un élève!)

• construction de situations d'apprentissage prenant en compte ces observations

La procédure peut paraître très coûteuse en temps et en énergie, mais elle est efficace :

pour beaucoup de maîtres, l'occasion d'observer (dans des conditions certes très particulières et difficilement reproductibles) des compétences, des procédures insoupçonnées

Annexe 1

Plan de dispositif de formation en cours d'élaboration par une équipe de l'IREM de LYON (environ 40 heures)

Temps 1 : Travail sur l'axe "Enseignement-Apprentissage"

1.1. Mise en activité mathématique des stagiaires

- quelques caractéristiques de l'activité mathématique
- quelques caractéristiques d'une activité de recherche

1.2. Des élèves confrontés à une activité de recherche

- analyse de production
- problème ouvert : mise en oeuvre en classe

1.3. Travail sur les conceptions des stagiaires par rapport à l'apprentissage

1.4. Apprendre par la résolution de problèmes

- apport théorique
- mise en oeuvre sur une notion

1.5. Vers la recherche d'une cohérence pédagogique dans les équipes de cycle

Temps 2 : Travail sur l'axe "Enseignement-Savoirs"

2.1. Evolution des procédures des élèves (à propos d'une notion particulière) sur le cycle

2.2. Evaluations à propos d'une notion à différents moments (sur un cycle)

- idée de champ conceptuel
- idée du long terme dans les apprentissages

2.3. Programmation des objectifs et des activités sur la durée du cycle (pour une notion donnée)

Temps 3 : Travail sur l'axe "Apprentissage-Savoirs"

3.1. Apport théorique : un point de vue didactique sur la différenciation

3.2. Travail sur la différenciation à partir de l'analyse de productions d'élèves

3.3. Travail a priori sur la différenciation à partir de scénarios d'enseignement existants (quand, pourquoi, comment différencier?)

N.B. : Il s'agit là d'un avant-projet sommaire qui sert actuellement de trame (remise en cause éventuellement) pour l'élaboration de matériaux de formation)

PRESENTATION DE DOCUMENTS AUDIOVISUELS

Atelier B 8

Marcelle PAUVERT
IUFM- Livry-Gargan

LES CROBS

Une nouvelle émission sur FRANCE3.

fiche technique genre : magazine destiné aux enfants de 5 à 8 ans

durée : 28 minutes

diffusion : France 3

auteurs : Carlos Pinsky et Sophie Le Merdy

coproduction : CNDP/TELCIMA

partenaires : ASCO (les Mathoeufs) CIV (Jeucroque)

SFRS (Qui mange qui?) La joie par les Livres

BPI du Centre Pompidou, CRILJ Hachette

Bayard Presse (Crobs Livres)



Cinq personnages de dessin animé qui vivent dans un antre au coeur de la terre. Ce sont des téléphiles invétérés et des amateurs d'excursions au pays des humains. Chacune de leurs interventions lancent un module de l'émission : **Crobs livre**, adaptation d'un album, **Crobs maths**, Numéroloto, Mathoeufs ou papier plié, **Crobs découverte**, éducation à la nutrition, **Crobs aventure**, dès que les crobs émergent des profondeurs terrestres, ils se trouvent mêlés à d'étranges aventures.

Les séquences mathématiques

Ce sont de brèves séquences de 4 minutes insérées dans une émission de 28 minutes.

PAPIER PLIE

Exécution d'un origami plus ou moins complexe.

A l'image, les mains opèrent silencieusement et méthodiquement. Prises de repères, marquage des plis, retournement de feuille, mise en forme et emboîtement sont soigneusement soulignés par les prises de vue et parfois repris sous un autre angle.

La mémoire visuelle et la mémoire des gestes sont fortement sollicitées lorsqu'il s'agit, après le visionnement, d'exécuter le pliage observé.

Retenir la succession des plis à réaliser.

Réfléchir à l'enchaînement.

commenter les phases en insérant du vocabulaire mathématique.

Ecrire et dessiner les consignes.

Le maître peut développer des compétences méthodologiques, construction de réseaux de parallèles équidistantes, de réseaux de triangles équilatéraux, ... illustrer des notions mathématiques, rectangles et carrés, médianes et diagonales, axes et plans de symétrie, ... et augmenter la collection de volumes étudiés en classe.

LES MATHOEUFS



les chevelures sont rouges ou jaunes. Les noeuds-papillons sont verts, bleus ou roses. les culottes sont vertes, bleues ou roses. Les chaussures sont rouges ou jaunes

Cette série propose des activités qui concernent le développement de la pensée

logique et relationnelle. Elle utilise un jeu commercialisé par ASCO :

Un personnage de la famille des mathoeufs présente une situation au fur et à mesure que les éléments apparaissent à l'écran. Sollicité par l'animation des personnages, le téléspectateur est invité à mémoriser, réfléchir, organiser les données pour chercher une solution aux problèmes posés. Le mouvement des images l'engage à réagir vite, deux situations sont proposées en quatre minutes. On y trouve des jeux de comparaison, des jeux de classification et de sériation, des jeux de déduction, des jeux de combinatoire. Un livret d'accompagnement propose aux maîtres quelques pistes pour prolonger le visionnement.

NUMEROLOTO

C'est un pastiche du tirage d'un loto, tirage bien particulier puisqu'aucune boule ne tombe par hasard !!!

Il s'agit de découvrir des relations numériques entre les nombres sortis de la machine.

Le commentaire et les images proposent plusieurs niveaux d'analyse. L'observation des signes utilisés pour écrire les nombres permet de les épeler avant de savoir les lire. L'insertion de ces nombres parmi d'autres dans une file numérique ou dans un tableau de nombres permet de les distinguer plus finement, incite à structurer la suite des nombres. Le calcul de différences engage dans des opérations additives et soustractives.

Les images illustrent l'utilisation de plusieurs outils de calcul : bande numérique, compteurs, échange dix contre un

Le temps imparti pour la rubrique mathématique dans l'émission souligne les caractéristiques de tels documents : ce sont des activités ludiques qui par leur rapidité d'exécution ressemblent à des jeux, elles permettent de s'entraîner sans risque et avec

plaisir. Ces activités sollicitent la mémoire, évoquent des actions, provoquent des interprétations, engagent dans une activité de réponses spontanées.

A l'image, les données se transforment, le déplacement des éléments peut mettre en évidence un processus qui conduit vers une solution, un procédé technique peut souligner telle ou telle donnée.

Le maître qui n'est pas meneur de jeu pendant le visionnement peut avec bénéfice observer les réactions de ces élèves lors de la projection des séquences et recueillir ensuite leurs commentaires. C'est lui qui décidera de prolonger le travail soit en demandant de réaliser le pliage observé, soit en proposant un exercice semblable sur le matériel vu à l'écran s'il en dispose dans la classe ou un transfert sur d'autres matériels pédagogiques. Selon la décision du maître la séquence peut être révisionnée en totalité ou en partie, avec ou sans le son.*

Les activités scolaires traditionnelles sont d'une autre nature, plus lentes, plus approfondies, plus individualisées. Les élèves sont sollicités par le maître.

Nous rappelons les travaux concernant l'impact des images dans la mémorisation et dans la résolution de problèmes.

- Mémoire et réussite scolaire, Alain Lieury, Dunod, 1991.

"Après avoir pénétré dans notre système cognitif sous forme de codes sensoriels éphémères, visuels et auditifs, l'information est transformée plus durablement en codes

symboliques, le code imagé et le code verbal. De ces deux grands codes de la mémoire, le code imagé est le plus efficace mais c'est le code verbal qui lui donne sa supériorité. *L'un et l'autre sont donc indissociables*" (page 50).

Chez les enfants, les dessins ne sont pas toujours mieux rappelés que les mots.

Paul Fraisse a regardé si la verbalisation à voix haute améliorerait le rappel, il a présenté à des enfants de 3 à 9 ans des images et il a demandé à chaque enfant comment s'appelait l'image. Ceux qui dénomment toutes les images ont les meilleurs scores de reconnaissance.

- Image et cognition, Michel Denis, PUF, 1989.

"L'image est une forme privilégiée de représentation mentale qui permet à l'esprit humain de conserver et de manipuler l'information extraite de son environnement".

Une question importante pour le pédagogue est celle de l'opportunité d'un développement des activités d'imagerie dans les situations d'acquisition de connaissances et de compétences. Les images reproductrices se constituent très précocement dans l'enfance tandis que les images anticipatrices d'événements non encore perçus paraissent se développer plus tardivement.

L'impact de ces courtes séquences audiovisuelles est très dépendantes de la façon dont le maître insérera les visionnements dans son travail de pédagogue.

* les bandes VHS et les documents d'accompagnement sont disponibles dans les CRDP

LA FORMATION DES PROFESSEURS POUR L'ENSEIGNEMENT EN COLLEGE

Atelier B 4 bis

Albert HUGON
IPR - Grenoble

François BOULE
IUFM - Dijon

PRESENTATION

Participants

Ils viennent d'horizons variés, sur le plan professionnel (Conseillers pédagogiques en collège, I.E.N., I.G.E.N., I.M.F., I.P.R., Professeurs d'I.U.F.M., Universitaires en poste en I.U.F.M. ou non) et géographique (Académies représentées : Bordeaux, Clermont, Dijon, Grenoble, Lille, Nice, Versailles).

Objectifs de l'atelier

Sélectionner quelques questions centrales concernant la formation des professeurs pour l'enseignement en collège (P.L.C.), les ordonner, puis engager des échanges de points de vue à leur propos.

Schéma de l'organisation actuelle de la formation des P.L.C. (certifiés)

- la première année est axée sur la préparation au C.A.P.E.S. (deux épreuves écrites d'admissibilité, puis deux épreuves orales, dont une dite "professionnelle" ; celle-ci comporte deux options, l'une s'appuyant sur des observations faites en cours d'année, dans des classes de conseillers pédagogiques).

- la seconde est partagée en trois volets, validés indépendamment les uns des autres pour les certifiés

- * stage sur le terrain durant toute l'année, avec une classe en responsabilité - horaire entre 4 et 6 heures -, accompagné par un "Conseiller-tuteur" ;
- * modules de formation en I.U.F.M. ;
- * rédaction d'un mémoire .

Les agrégés stagiaires affectés en I.U.F.M. sont astreints à suivre la formation de deuxième année, la validation de leur année de stage étant du ressort de l'Inspection Générale de la discipline concernée.

Remarque initiale

Des éléments rapprochent *a priori* les formations des enseignants qui interviendront, les uns en école (P.E.), les autres en collège (P.L.C.) ; la proximité C.M.2 - 6° bien sûr (âge des élèves, continuité voulue des programmes, ...), mais aussi certaines perspectives ou aspects de ces formations (dans les deux cas, concours en fin de première année - avec épreuves à dimension professionnelle -, stages, rédaction d'un mémoire, ...).

Toutefois, d'autres éléments, forts, séparent ces formations ; ils se concrétisent par exemple à l'occasion de travaux communs C.M. - collège. Ces éléments semblent ressortir essentiellement des différences qui existent, dans les structures, entre école et collège (l'enseignement en collège est "parcellisé"), ainsi que dans l'approche de la discipline et le rapport à celle-ci, entre le Professeur d'école ("généraliste") et le Professeur de lycée et collège ("spécialiste").

Questions sélectionnées

- 1) Comment relier formation théorique (fournie à l'I.U.F.M.) et formation pratique (donnée sur le terrain, au travers d'un ou plusieurs stages) ?
- 2) Quelles idées retenir, en conséquence, pour constituer un plan de formation ?
- 3) Comment lier formation initiale et formation continue ?

RESUME DES ECHANGES A PROPOS DES QUESTIONS SELECTIONNEES

Faute de temps, seules les questions (1) et (2) ont été vraiment abordées, avec parfois quelques dérives vis à vis de leurs thèmes précis. La question (3) a simplement fait une brève apparition au cours des échanges à propos de la question (1) (cette question (3) a été plus largement développée dans l'atelier A 3).

Sur la question (1) (Comment relier formation théorique et formation pratique ?) :

Bien que s'amorçant en première année, dans le cadre de la préparation au concours, le lien entre théorie et pratique doit passer, de façon essentielle, par l'intermédiaire des Conseillers-tuteurs, en deuxième année.

Les difficultés pour ce faire résident dans le "statut" des Conseillers-tuteurs : leur recrutement dépend de l'Inspection Pédagogique Régionale et est fonction de la présence d'heures vacantes dans les

établissements (heures nécessaires à l'implantation des stagiaires).

Un problème important est constitué par le manque de stabilité, d'une année à l'autre, du groupe des Conseillers-tuteurs, manque dû à la fluctuation de ces heures.

L'idée, mise en oeuvre dans quelques académies, de la constitution d'un "réseau d'accueil" assez vaste, apparaît intéressante ; il est à noter que la situation n'est pas tout à fait comparable à celle du premier degré, pour lequel les I.M.F., formateurs reconnus par un diplôme spécialisé, constituent la base stable d'un tel réseau.

Cette idée doit être associée à la mise en place de formations destinées aux professeurs membres du réseau, qui pourraient être organisées conjointement par la M.A.F.P.E.N. et l'I.U.F.M., ainsi que de rencontres de coordination entre les Conseillers-tuteurs (de l'année) et l'I.U.F.M..

En parallèle à celle d'un "accompagnement" efficace du stagiaire par un professeur expérimenté, est soulignée l'importance de sa mise en contact avec des conditions de travail, des pratiques et des lieux variés ; faut-il, comme dans certaines académies, organiser d'autres types de stages que celui "en responsabilité" ?

Par rapport au stage relativement court et dense des stagiaires P.E., le stage en responsabilité des stagiaires P.L.C. apparaît immédiatement posséder deux avantages :

- la réalité d'un feed-back continu, durant toute une année,
- la possibilité d'une prise de recul avec les modèles dominants (un "bon" fonctionnement en classe ne découle pas forcément d'une théorie générale, ni du seul "feeling", ...).

En revanche, un inconvénient est relevé : la difficulté de redresser une situation de classe compromise et de remédier à un fonctionnement inadapté. (A ce propos, un accord assez général se dessine sur le fait

que, s'il est abusif de définir "le bon professeur", la mise en oeuvre de critères de refus de certification est indispensable et relativement claire.)

Sur la question (2) (Plan de formation)

En première année, les préoccupations des stagiaires P.L.C. sont plutôt centrées sur les contenus (du fait de la préparation au C.A.P.E.S.) ; en seconde année, les questions relatives à la gestion de la classe et à l'élève prennent très rapidement une grande importance, pour parfois même se superposer aux préoccupations sur les contenus.

Comment préparer et accompagner ces questions ?

Ce pourrait être une fonction de la "formation générale", avec un partage possible des rôles :

- les Conseillers-tuteurs prendraient en charge les questions relatives à la gestion de la classe (sous l'hypothèse, déjà évoquée, de l'existence de formations pour les Conseillers-tuteurs et d'une coordination entre ceux-ci et l'I.U.F.M.),
- l'I.U.F.M. se chargerait, d'une part des questions relatives aux contenus, d'autre part d'une "lecture didactique" de la demande pédagogique (recouvrant notamment les questions relatives à l'élève).

Un intitulé fédérateur des trois directions des préoccupations (gestion de classe, contenus, élève) est proposé : *enseigner les mathématiques aux élèves.*

Une liste de thèmes à traiter dans l'année pourrait être arrêtée, puis ordonnée (exemples de thèmes : Z.E.P., raisonnement déductif, évaluation, fonctions, enseignement professionnel, géométrie dans l'espace, début d'année, statistiques, etc.).

Selon le thème traité, chacune des trois directions associées serait plus ou moins développée.

Figurent parmi les questions qui se posent, dans ce cadre :

- comment installer des ateliers pédagogiques de situations d'enseignement ?
- comment repérer les éléments (didactiques) prioritaires à développer ?

REMARQUE DE CONCLUSION

Sur la base des échanges qui ont eu lieu au cours de cet atelier, il ressort de façon nette que le bon fonctionnement de la structure dépend fondamentalement d'une bonne coordination entre les conseillers-tuteurs et l'I.U.F.M., ainsi que de la nature et de la qualité des relations qui existent entre le Rectorat et l'I.U.F.M.

LISTE DES PUBLICATIONS DE LA COPIRELEM

Depuis sa création en 1973, la COPIRELEM a produit 34 brochures dont 18 actes du colloque annuel des formateurs en mathématiques des instituteurs, 10 brochures destinées aux maîtres de l'école élémentaire, les actes d'un colloque CM2-6ème, 4 brochures destinées à la formation en didactique des mathématiques des maîtres du premier degré et une brochure destinée à présenter la commission dans un congrès international (CIEM).

☞ *Les 9 brochures intitulées : «Aides Pédagogiques» (diffusées par l'APMEP) :*

- Elem-Math I : «La mathématique à l'école élémentaire» 1972
- Elem-Math II : «La multiplication des naturels à l'école élémentaire» 1974
- Elem-Maths III : «La division à l'école élémentaire»
- Elem-Maths IV : «Aides pédagogiques pour le cours préparatoire»
- Elem-Maths V : «Aides pédagogiques pour le cours élémentaire»
- Elem Maths VI : «Le triangle à l'école élémentaire»
- Elem-Maths VII : «Aides pédagogiques pour le cycle moyen, tome 1 : géométrie» 1985
- Elem-Maths VIII : «Aides pédagogiques pour le cycle moyen, tome 2 : nombres décimaux» 1985
- Elem-Maths IX : «Aides pédagogiques pour le cycle moyen, tome 3 : situations-problèmes» 1986

☞ *Les 18 actes des 20 colloques annuels de la COPIRELEM (diffusé par l'IREM de l'académie d'accueil) :*

Orléans (74), Alpes d'Huez (75), Nice (76), Plestin les Grèves (77), Auberive (78), Bombannes (79), Clermont (80), Le Touquet (81), Blois (82), Antibes (83), Guetwiller (84), Guéret-Qimper (85/86), Angers (87), Rouen (88), Bordeaux (89), Paris (90), Nice-Besançon (91/92), Aussois (93).

☞ *Les actes du colloque liaison CM2-6ème de Limoges (IREM de Limoges)*

☞ *Les 4 documents pour la formation en didactique des mathématiques des professeurs d'école :*

- Actes de la première université d'été des formateurs d'instituteurs, Olivet - juillet 1988, IREM de Bordeaux (1990)
- Actes du stage national de Cahors - mars 1990 (IREM de Paris VII, 1991)
- Actes du stage national de Pau - mars 1991 (Irem de Bordeaux, 1992)
- Actes du stage national de Colmar - mars 1992 (IREM de Paris, 1993, à paraître en mars 1994)

☞ *Une brochure «mixte» sur la proportionnalité destinée à la formation des instituteurs et proposant des activités pour les élèves de l'école élémentaire : «La proportionnalité existe, je l'ai rencontrée...» IREM de Rouen (1987)*

☞ *Une brochure internationale : La COPIRELEM, CIEM d'Adélaïde (Australie, 1984)*

De plus, la COPIRELEM contribue chaque année au recueil des sujets des annales du concours des Professeurs des Ecoles éditées par l'IREM de Bordeaux.

UN JOURNAL POUR LE PREMIER CYCLE.

Le journal «petit x» a été créé par l'I.R.E.M. de Grenoble pour favoriser la diffusion des réflexions, des comptes rendus de travaux et d'activités réalisés dans les classes. Ses principaux objectifs sont :

- de constituer, en ouvrant largement les pages du journal à des approches diverses, un lieu d'échanges et de débats sur les problèmes soulevés par l'apprentissage et l'enseignement des sciences au premier cycle ;
- d'ajouter un moyen nouveau de formation continue à ceux déjà utilisés par l'I.R.E.M. ou l'I.R.E.S.P. un complément aux stages de formation géographiquement et quantitativement limités et à la publication de brochures spécialisées ;
- enfin, alors que se développent largement les recherches sur l'enseignement en particulier les recherches en Didactique des Mathématiques et en Didactique de la Physique, «petit x» souhaite constituer un lieu de rencontre pour les enseignants et les chercheurs.

Les articles publiés dans «petit x» sont pour l'essentiel d'un des types suivants :

- **Vécu dans les classes** : il s'agit de la présentation et de la description de séquences d'enseignement effectivement réalisées dans une des classes du premier cycle.
- **Outils et documents** : proposition d'outils ou de documents d'enseignement.
- **Recherches et réflexions** : comptes rendus de travaux portant sur des problèmes d'enseignement ou d'apprentissage en mathématiques, physique, chimie, informatique.
- **Mathématiques, Physique** : articles sur des questions de mathématique ou de physique étroitement liées aux sujets abordés au niveau du premier cycle.

POUR PROPOSER UN ARTICLE...

Pour proposer un article pour publication dans «petit x» nous vous demandons de l'envoyer, si possible dactylographié, à :

**I.R.E.M. de GRENOBLE «petit x»
B.P. 41 - 38402 Saint-Martin-d'Hères cedex**

Indiquer si l'article a déjà été publié, ou est soumis pour publication dans une autre revue.

Les articles soumis sont lus attentivement par quatre collègues membres du comité de rédaction de «petit x» qui en font un compte rendu. Après discussion, le comité de rédaction prend une décision de publication avec éventuellement une demande de modification (Les manuscrits ne sont pas renvoyés).

Liste des participants

Académie d' Aix-Marseille

Patrick DEBU	I.U.F.M.	Aix-en-Provence
Marie-Alberte JOSHUA	I.U.F.M.	Aix-en-Provence
Claude MAURIN	I.U.F.M.	Avignon

Académie d' Amiens

Liliane DUBOIS	I.U.F.M.	Amiens
Danièle LACHAUSSEE	I.U.F.M.	Laon
Caureen MATRON	Ecole d'application	Senlis
Anne-Marie RINALDI	I.U.F.M.	Beauvais

Académie de Besançon

Jean-Claude AUBERTIN	I.U.F.M.	Besançon
Annie MALLEN	Ecole d'application	Vesoul
Jean-Claude PEDROLETTI	I.U.F.M.	Besançon
Nicole PORCEL	I.U.F.M.	Lons-le-Saunier

Académie de Bordeaux

René BERTHELOT	I.U.F.M.	Bordeaux
Robert DELORD	Collège	Annesse et Beaulieu
Mireille LAMANT	I.U.F.M.	Bordeaux
Jean-Louis OYALLON	I.U.F.M.	Pau
Christian SOUCHE	Université	Pau

Académie de Caen

Thérèse EVEILLEAU	I.U.F.M.	Alençon
Philippe GOUDIN	I.U.F.M.	Alençon
Lionel JASMIN	I.U.F.M.	Saint - Lo
Jacqueline LAUTRU	Inspection Départementale	Argentan
Alain MELKA	Inspection Départementale	Caen

Académie de Clermont

Jean-Luc BREGEON	I.U.F.M.	Moulins
Jean-Paul CHERASSE	Inspection Départementale	Moulins
Luce DOSSAT	I.U.F.M.	Chamalières
Claire MARGOLINAS	I.U.F.M.	Clermont Ferrand
Gisèle METENIER	Ecole d'application	Yzeure

Académie de Créteil

Jeannine BOET	I.U.F.M.	Le Bourget
Denis BUTLEN	I.U.F.M.	Melun
Colette DUBOIS	I.U.F.M.	Livry-Gargan
Pascale MASSELOT	I.U.F.M.	Melun
Marcelle PAUVERT	I.U.F.M.	Livry-Gargan
Monique PEZARD	I.U.F.M.	Melun
Liliane SOSSA	I.U.F.M.	Melun
Dominique UNGER	I.U.F.M.	Bonneuil

Académie de Dijon

Nicole BONNET	I.U.F.M.	Nevers
François BOULE	I.U.F.M.	Dijon
Michel WOROBEL	I.U.F.M.	Auxerre

Académie de Grenoble

Henri-Claude ARGAUD	I.U.F.M.	Valence
Christian BARTH	I.U.F.M.	Privas
Claudette BESSON	Inspection Départementale	Privas
Micheline BURGUN	Lycée	Vizille
Jacqueline CABANAC	Collège	Grenoble
Bernard CAPPONI	Collège	Moirans
Miette CAREL	Inspection Départementale	Montélimar
Philippe CLAROU	I.U.F.M.	Grenoble
Maryse CODA	Ecole d'application	Grenoble
Claude COMITI	I.U.F.M.	Grenoble
Bernard CORNU	I.U.F.M.	Grenoble
Claude CROQUETTE	Collège	Echirolles
Françoise DESCOURS	Inspection Départementale	Valence
Madeleine EBERHARD	Université	St Martin D'Hères
Isabelle EDOUARD	Collège	Echirolles
Colette FARGE	I.U.F.M.	Grenoble
Marie-Chantal GALAI	Collège	Grenoble
Claude GASPARD	Inspection Départementale	Annemasse
Monique GERENTE	I.R.E.M.	Grenoble
Raymond GUINET	I.U.F.M.	Grenoble
Albert HUGON	I.P.R	Grenoble
Georges HUNEAU	Inspection Départementale	Aix-les-Bains
Michèle LAMBERT	I.U.F.M.	Chambéry
Jean-François LASLAZ	Inspection Départementale	St Jean Maurienne
Françoise LASSAGNE	Inspection Départementale	Nyons
Claude LAURENT	Ecole d'application	Privas
Mireille LEGER	Ecole d'application	Chambéry
Marc LEGRAND	Université	Grenoble
Elise MARTINELLI	I.U.F.M.	Grenoble
Francis MOUTIN	I.U.F.M.	Chambéry
Robert NEYRET	I.U.F.M.	Grenoble
Eric OSWALD	I.U.F.M	Bonneville
Michèle PAJEAN	Inspection Départementale	Moutiers
Philippe PERRENOUD	Université	Genève
Olivier PRALON	I.U.F.M	Bonneville
Catherine PUGAT	Ecole d'application	Privas
Françoise RICHARD	I.U.F.M	Annecy
Claudine ROBERT	Université	Grenoble
Jacques TALON	Collège	Pont en Royans
Yvan VESSILLER	Inspection Départementale	Moutiers

Gérard VIVIER	I.R.E.M.	Grenoble
Académie de La R�union		
Alain LEBON	I.U.F.M.	St Denis
Académie de Lille		
MarieClaire BETHERMIN	I.U.F.M.	Arras
Dominique BOSTYN	Ecole d'application	Gravelines
Henri-Patrice DELEGUE	I.U.F.M.	Gravelines
Dominique DELHAYE	I.U.F.M.	Outreau
Jean DEQUEANT	Ecole d'application	Achicourt
M'hamed ENNASSEF	I.U.F.M.	Lille
Françoise HAY	Ecole d'application	Achicourt
Renée LECLERCQ	Ecole d'application	Achicourt
Christian LEDUC	I.U.F.M.	Valenciennes
Annick MEUNIER	Ecole d'application	Arras
Nathalie PROST	I.U.F.M.	Gravelines
Georges QUIDET	I.U.F.M.	Arras
Michel REMY	I.U.F.M.	Lille
Odile TEITEN	Ecole d'application	Gravelines
Académie de Limoges		
Robert CATHALIFAUD	I.U.F.M.	Limoges
Jean-Guy SOUMY	I.U.F.M.	Guéret
Académie de Lyon		
Colette CHANIAC	I.U.F.M.	Bourg-en-Bresse
Roland CHARNAY	I.U.F.M.	Bourg-en-Bress
Maryvonne LEBERRE	I.U.F.M.	Lyon
Acad�mie de Montpellier		
Josette BOURELLY	I.U.F.M.	Nimes
Acad�mie de Nancy-Metz		
Jacqueline EURIAT	I.U.F.M.	Epinal
Catherine PAQUIN	I.U.F.M.	Maxeville
Acad�mie de Nantes		
Danielle PEAN	I.U.F.M.	Nantes
Herv� PEAULT	I.U.F.M.	Angers
Acad�mie de Nice		
Patrick CASTEL	I.U.F.M.	Draguignan
Michel COURRIERE	I.U.F.M.	Nice
Dominique DE LASTENS	I.U.F.M.	Nice
Pierre EYSSERIC	I.U.F.M.	Draguignan
Rirette GUILLERMARD	I.U.F.M.	Nice
Paule KOBER	I.U.F.M.	Nice
Académie d'Orléans-Tours		
Dominique BEAUFORT	I.U.F.M.	Chartres

Jacques BOROWCZYM	Université	Tours
Guy JULIEN	I.U.F.M.	Orléans
Claude LANDRE	I.U.F.M.	Orléans
Jean-Claude LEBRETON	I.U.F.M.	Blois

Académie de Paris

Renée BOSC	I.U.F.M.	Paris
Louis CORRIEU	Inspection Générale	Paris
Michèle PAILLET	I.U.F.M.	Paris
Josette VAUDAY	I.U.F.M.	Paris

Académie de Reims

Yvonne EXCOFFON	I.U.F.M.	Troyes
Jean VINCENT	I.U.F.M.	Chalons/Marne

Académie de Rennes

François HUGUET	I.U.F.M.	Quimper
Gabriel LEPOCHE	I.U.F.M.	Rennes
Noëlle QUINQUIS	I.U.F.M.	Quimper
Claude RIMBAULT	I.U.F.M.	St Brieuc
Linda SALAMA	Inspection Départementale	Cancale

Académie de Rouen

Catherine HOUEMENT	I.U.F.M.	Mt St Aignan
Marie-Lise PELTIER	I.U.F.M.	Mt St Aignan

Académie de Strasbourg

Gérard LIPP	I.U.F.M.	Guebwiller
Jean-Louis SIGRIST	I.U.F.M.	Guebwiller

Académie de Toulouse

Marie-Claude CHEVALIER	I.U.F.M.	Cahors
Jean-Louis IMBERT	I.U.F.M.	Tarbes
Michèle MARTIN	I.R.E.M.	Toulouse

Académie de Versailles

Catherine AURAND	I.U.F.M.	Antony
Jeanne BOLON	I.U.F.M.	Versailles
Bernard DELARUE	Collège	Pontoise
Marianne FREMIN	I.U.F.M.	Antony
Eric GREF	I.U.F.M.	Versailles
André MUL	I.U.F.M.	Versailles
Jacques PAPADOPOULOS	I.U.F.M.	Cergy
Georges PARET	I.U.F.M.	Etiolles
Dominique VALENTIN	I.U.F.M.	Antony
Danielle VERGNES	I.U.F.M.	Versailles

Publication : IREM de Grenoble - Université Joseph Fourier

B.P. 41 - 38402 Saint-Martin-d'Hères - Cedex - France

Composition : Annie BICAIS - Couverture : Daniel IGLESIAS

ISBN 2-90 38 15-30-5
prix : 80 F T.T.C.

mars 1994

