CONCERTUM

Dix ans de formation des professeurs des écoles en mathématiques

En hommage à Hervé Péault

Hervé Péault était professeur de mathématiques et formateur d'enseignants au site d'Angers de l'IUFM des Pays de Loire. Il nous a quittés en 1997 des suites de ce qu'il est convenu d'appeler une longue maladie. Ses travaux sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et la formation des professeurs des écoles furent nombreux et exemplaires. Son implication au sein de la COPIRELEM débuta dans les années 1980 et devint chaque année plus conséquente. Il fut un des moteurs de la dynamique de publication dans laquelle s'engagea la COPIRELEM dans les années 1990 pour prouver au monde nouveau des IUFM que la formation mathématique des professeurs des écoles avait déjà une histoire et une culture.

Préface

Guy Brousseau

La Commission Permanente des Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, pour l'École Élémentaire a trente ans. Elle aurait pu s'appeler platement COPIREMEE, mais COPIRéleM évoquait mieux sa spécificité, à la condition de mettre le M final en majuscule pour signifier « Mathématiques ». Vive donc la COPIREleM, sa longévité est un indice de sa pertinence et de son utilité. Comme son nom l'indique la COPIRELEM est une commission Inter-IREM. Elle a emprunté aux IREM leur indépendance par rapport aux institutions d'enseignement, leur autorité mathématique et leurs ressources. En retour elle a montré de façon exemplaire ce que pouvaient être des rapports sains entre les protagonistes de l'éducation, en exigeant davantage d'études, en résistant au prosélytisme inconsidéré, en stimulant la réflexion et les échanges. Elle a contribué au rayonnement des IREM parmi une population importante, difficile à atteindre pour eux, à leur réputation et à leur influence aussi bien lorsqu'elle s'exprime auprès des institutions, que lorsqu'elle publie ses activités (annales, comptes-rendus du séminaire et du colloque annuels).

J'ai eu la chance d'être de ceux qui l'ont conçue, qui l'ont fait naître, et qui l'ont accompagnée dans sa jeunesse. D'autres ont pris la relève mais j'ai suivi sa progression du coin de l'œil. C'est sans doute à ce titre que ses responsables actuels me font l'honneur de me demander de préfacer cet ouvrage, témoignage de leurs travaux.

C'est donc avec fierté que je présente aux lecteurs ce recueil de textes choisis parmi les plus représentatifs de l'activité de la commission depuis dix ans. Il faut remercier Catherine TAVEAU et Yves GIRMENS qui les ont réunis et les membres de la commission qui les ont produits.

Ce témoin de la vitalité de l'institution me donne ainsi le bonheur de retrouver aujourd'hui la COPIREleM dans sa maturité, et de constater qu'elle continue sa tâche avec courage et compétence, malgré les difficultés que je soupçonne. Je les soupçonne ces difficultés, mais je ne les connais plus, ce qui me donne quelques scrupules. Mon avis peut-il être très pertinent pour un jeune chercheur formateur dans un IUFM ?
Mon avis peut être pas, mais mon témoignage ?
Je veux ici rappeler la grandeur et la difficulté de la mission de cette commission, et sa gloire, aussi car elle a accompli à petit bruit, de grandes choses.

L'histoire d'une institution ne lui est utile que dans la mesure où la vérité historique y est accompagnée de façon heureuse par une certaine composante

mythique. Le mythe est constitué d'abord par les espérances des acteurs successifs - par les intentions réelles ou supposées qu'ils ont affichées, ou que leurs successeurs leur ont prêtées - ensuite par les justifications que se sont données les uns et les autres suivant les fortunes de la vie. Je laisse à d'autres le soin de faire une histoire de la COPIREleM qui sera plus vraie et plus utile.

Je veux seulement évoquer ici quelques uns des espoirs que j'avais placés en elle. Mais rien ne se serait fait si ces espoirs n'avaient pas été partagés et enrichis par de nombreux collègues. Je vais donc parler au nom de tous ceux qui, par la COPIREleM, ont voulu faire, dans les années 70, d'un mythe une réalité. J'espère qu'ils me pardonneront ce que je leur emprunterai ou que je leur prêterai indûment.

Officiellement la commission avait une mission de concertation entre les principaux partenaires de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire : le ministère (la direction des écoles), ses inspecteurs et ses moyens d'action (Institut Pédagogique National par exemple), les instituteurs, les formateurs en mathématiques et les mathématiciens, mais aussi les novateurs et les éditeurs qui par le biais des médias tenaient l'opinion en haleine.
Elle est pendant longtemps (et peut être encore) un exemple de coopération entre ces divers acteurs. Je veux rendre hommage ici en particulier à l'Inspecteur Général Duma qui prit part aux travaux et fut pour la commission un soutien sans faille. Mais il ne fut pas le seul.
Les vertus principales qui ont fondé la crédibilité de la commission sont sans aucun doute le sens de ses responsabilités, son réalisme et son ambition scientifique.

Trop faible pour intervenir sur les orientations et sur les programmes, elle a investi le champ des recherches, des expérimentations et du développement des réformes décidées. A l'époque, sous diverses impulsions, les « recherches » et les « expérimentations » pullulent et donnent lieu à des surenchères étonnantes. Les novateurs attendent que les IREM leur servent de caisse de résonance, les autres espèrent des conventions et des exemples pour fixer ce qui est raisonnable et rejeter le reste. La COPIREleM débat et se débat pour faire émerger ou pour produire des aides, des commentaires, des exemples… Elle essaie en même temps de développer des recherches et de limiter la prolifération en augmentant les exigences éthiques et scientifiques à l'égard des promoteurs de recyclage.

Il apparaît bientôt à certains d'entre nous que le « bon sens » sera insuffisant pour prendre sérieusement en compte ou pour rejeter les objurgations péremptoires des « scientifiques » de divers domaines qui se pressent sur le marché de l'éducation.

La formation des instituteurs aux mathématiques et à leur enseignement devait être le creuset où les connaissances spécifiques nouvelles – appelons les « didactiques » - devaient naître et trouver leur territoire : il était impossible d'ignorer que les mathématiques enseignées dans la scolarité obligatoire doivent être aménagées en fonction de nombreux critères autres que mathématiques (tenir compte de l'âge des élèves ou de la fonction civique de l'enseignement par exemple). L'application brutale de la psychologie, même génétique, pas plus que les mathématiques elles-mêmes ne peuvent fournir une ingénierie utilisable et justifiable etc.

La formation mathématique des instituteurs devait donc inclure des savoirs spécifiques à la fois théoriques, techniques et pratiques. Lesquels ? Ce fut un travail constant de la commission que de promouvoir des recherches et de les discuter, mais aussi de lutter contre la tendance à l'émiettement, de les synthétiser et de leur donner un cadre théorique pour en tirer des éléments de formation utilisables.

Il apparaissait inéluctable à terme que la formation des instituteurs deviendrait une activité universitaire. La question du rattachement des connaissances spécifiques à une discipline se posait de façon aiguë, nous avons considéré que le rattachement aux mathématiques elles-mêmes s'imposait. On en discute encore.

En fait, la principale fonction de la commission est une fonction didactique en direction de tous ses partenaires.

- En direction des instances du ministère : leur légitimité est essentiellement politique, professionnelle et disciplinaire, mais le vocabulaire et les concepts qu'ils ont la possibilité effective d'utiliser ne sont pas ceux que les recherches pourraient leur fournir, quand bien même ils les connaîtraient. Disons que les conditions macrodidactiques qui leurs sont imposées ne s'articulent pas encore très bien avec les propositions microdidactiques que la recherche a été en mesure de leur fournir depuis trente ans. De ce fait, leur volonté et leur capacité à faire évoluer le discours des professeurs dans un sens contrôlé par des instances scientifiques sont très limitées.
- En direction des formateurs d'instituteurs puis des professeurs des écoles. C'est le travail le plus évident, celui qui a laissé le plus de traces. D'abord la formation des anciens professeurs d'écoles normales, puis celle des nouveaux formateurs, PRAG ou maîtres de conférences, ceux du moins qui pensent plus à leur travail qu'à leurs regrets de n'être pas dans une « vraie » université ! Ainsi le « séminaire des nouveaux formateurs » mis en place en 1997 réunit annuellement les membres de la COPIRELEM et une trentaine de nouveaux formateurs en IUFM.
- En direction des chercheurs en didactique des mathématiques par la même occasion.
- En direction des professeurs de mathématiques des autres niveaux. L'influence est claire, forte et durable.

En ce qui concerne les mathématiciens le bilan est plus contrasté. Après le départ d'une génération de grands mathématiciens tout dévoués à l'enseignement primaire et respectueux de ses pratiques, nous en avons connu d'autres. La COPIREleM a refusé de cautionner leurs déclarations fracassantes, hasardeuses et finalement irresponsables. Ce n'est pas son moindre titre de gloire. Son honnêteté et son sérieux lui ont valu quelques difficultés, le recrutement des mathématiciens didacticiens s'est un instant tari, mais grâce aux IREM l'institution a survécu et poursuit sa tâche.

Aujourd'hui, la COPIREleM poursuit sa tâche de rencontres entre les différents partenaires de l'enseignement élémentaire (enseignants, inspecteurs, formateurs, mathématiciens, et chercheurs en didactique), de modération des débats entre l'école et la noosphère, d'initiation d'expérimentations et de propagation de recherches.

Introduction

Depuis 30 ans, la COPIRELEM (Commission Permanente des IREM pour l'enseignement des mathématiques à l'École Élémentaire) a mené, conformément à sa mission, une réflexion constante sur l'enseignement des mathématiques à l'école et sur la formation des maîtres devant assurer cet enseignement. L'engagement, dans cette commission, de formateurs émanant des IREM de diverses académies a permis le partage et la diffusion de travaux issus de recherches et d'expériences concernant l'enseignement des mathématiques à l'école.

L'action de la COPIRELEM s'est poursuivie, avec un souci de continuité, pendant la transformation des Écoles Normales en Instituts Universitaires de Formation des Maîtres. Ainsi les acquis, en matières d'expériences et de connaissances sur l'enseignement des mathématiques à l'école, élaborés conjointement dans les groupes élémentaires des IREM et au sein des Écoles Normales, ne se sont pas perdus et ont pu être actualisés afin d'alimenter les actions de formations dans le cadre des IUFM.

C'est ainsi qu'au cours de ces trente années, la COPIRELEM a organisé, sur le plan national, 30 colloques, 6 stages et 5 séminaires, réunissant des milliers de formateurs provenant, jusqu'en 1991 des Écoles Normales puis des IUFM, et aussi d'instituts de formation d'autres pays de l'espace francophone.

Les colloques et stages nationaux ont permis la mutualisation des expériences ainsi que la diffusion des travaux de recherche sur l'enseignement des mathématiques à l'école. Ils ont contribué, au fil des années, à stabiliser un corps de connaissances et à promouvoir une culture commune des formateurs pour l'enseignement des mathématiques à l'école.

Par ailleurs, depuis six ans maintenant, la COPIRELEM s'est également attachée à assurer la formation des formateurs nouvellement affectés en IUFM. Cette formation organisée, au sein de séminaires nationaux, permet à la commission de transmettre les connaissances constituées par la communauté des formateurs. Elle vise ainsi l'amélioration de la formation des professeurs des écoles.

Chacune de ces manifestations a donné lieu à la publication d'actes réunissant les réflexions, propositions de travaux, compte-rendus d'expériences et de recherches. La lecture de ces documents met en évidence la diversité des domaines de savoirs auxquels fait appel la formation des maîtres en mathématiques. Elle montre une évolution des questions didactiques et pédagogiques étudiées et des réponses qui leur ont été apportées.

Après ces trente années de travaux et de recherches, les membres de la COPIRELEM ont estimé le moment venu de faire une synthèse du capital de connaissances accumulées pendant toutes ces années.

Cette synthèse vise aussi à conserver la mémoire de l'évolution des questions de formation. Capitaliser et diffuser toutes ces connaissances sont les deux objectifs que cet ouvrage de synthèse a l'ambition de réussir.

Les membres de la COPIRELEM, à la fois animateurs IREM et professeurs en IUFM, ont sélectionné les articles issus de ses publications qui présentent un intérêt pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école. Certains articles constituent des repères intéressants sur l'histoire de la pensée didactique, d'autres restent des ressources pertinentes pour la formation. Le présent ouvrage est l'aboutissement de ce travail de sélection et de synthèse mené par les 19 formateurs, membres de la COPIRELEM.

Cet ouvrage rassemble des contributions d'auteurs venus de différents horizons. C'est ce qui en fait son originalité.

Il est composé de compte-rendus de situations d'enseignement des mathématiques à l'école primaire, et d'actions de formation développées par les différents formateurs dans le cadre de leur enseignement. Il comporte également des articles de chercheurs, issus de la didactique des mathématiques, de la psychologie cognitive ou de diverses branches des sciences de l'éducation.

Par leur participation à un colloque ou à un séminaire en tant que conférenciers, animateurs d'ateliers ou auteurs de communications de leurs travaux de recherche, tous ces auteurs ont apporté leur pierre à l'édifice des connaissances professionnelles dans le domaine de la formation des maîtres à l'enseignement des mathématiques.

La variété des travaux présentés témoigne de la fécondité de la réflexion menée depuis trente ans par les formateurs. La COPIRELEM s'est donnée pour tâche de la capitaliser.

Dans cet ouvrage, la COPIRELEM espère que tout formateur ou chercheur, s'intéressant à la formation en mathématiques des enseignants trouvera matière à nourrir sa réflexion, ses recherches et à enrichir son enseignement.

La parution de cet ouvrage marque une étape importante dans la vie de la COPIRELEM en lui permettant de renforcer le réseau des formateurs en didactique des mathématiques.

Il appartient à ce réseau, constituant une force institutionnelle non négligeable, de poursuivre sa mission première : promouvoir et améliorer l'enseignement des mathématiques à l'école primaire.

Yves Girmens et Catherine Taveau
Responsables de la COPIRELEM

SOMMAIRE

Hommage à Hervé Péault		1
Préface	*G.Brousseau*	3
Introduction	*la COPIRELEM*	7

TOME 1 - Apprentissage et diversité

Chapitre 1 - Enfants de moins de 6 ans		**13**
Quelles activités à caractère mathématique en maternelle ?	*Y.Girmens-F.André*	15
Enseigner l'énumération en moyenne section de maternelle	*J. Briand*	33
Viv(r)e le triangle à l'école maternelle	*C. Rimbaud*	53
Quelles mathématiques pour le cycle des apprentissages premiers ?	*D.Vergnes*	67
Comment analyser un jeu mathématique ?	*J.Bolon*	77
Bibliographie pour l'école maternelle	*F.Boule*	83
Chapitre 2 - Problèmes et apprentissage		**87**
A propos de la résolution de problèmes	*ML.Peltier*	89
La résolution de problèmes : une activité qui fragilise l'enfant ?	*Y.Girmens-M.Pauvert*	95
Dispositifs d'aide à la résolution de problèmes	*C.Aurand-Y.Girmens-M.Pauvert*	101
Dis, fais moi un dessin !	*Y.Girmens*	115
Comment ne pas être « chocolat » ?	*N.Bonnet*	121
Ateliers de recherches en mathématiques	*P.Eysseric*	137
Vivre un atelier de recherche en mathématiques	*P.Eysseric*	159
Les méthodes d'éducabilité cognitive : bilan et perspective	*JC.Coulet*	169
Chapitre 3 - Apprentissage et difficultés		**199**
Deux exemples de situations d'enseignement des mathématiques pour des élèves en difficulté	*D.Butlen*	201
Jeux mathématiques et enfants en difficultés	*F.Boule*	219
Multiplication en ZEP	*N.Bonnet*	227
Expériences en classe multi-niveaux	*F.Huguet*	245

Chapitre 4 - Dispositifs spécialisés dans les structures ordinaires de l'école et du collège **267**
Actions spécialisées d'adaptation et d'intégration à l'école et au collège *L.Roye* 269
Formation et AIS *D.Barataud* 279
La rééducation mathématique à travers une étude de cas *C.Pezé* 297
Un plan des premiers cours pour la formation mathématique et didactique des stagiaires AIS option F *MH.Salin* 325
Éléments de cours sur la notion de problème pour les professeurs stagiaires A.I.S. option E et F *C.Houdement* 339
Bibliographie pour les formateurs de mathématiques en A.I.S. *Collectif* 349

Index des sigles 361
Index des sigles AIS 363
Index des auteurs 365
Présentation de la COPIRELEM 367
Membres de la COPIRELEM 369
Présentation du système éducatif français et présentation du système de formation 371

TOME 2 - Démarches et savoirs à enseigner

Chapitre 1 - Espace et géométrie **5**
Enseignement de la géométrie en formation initiale *A.Kuzniak* 7
Polyèdres réguliers *MC.Chevalier* 19
Pyramides bizarres *M.Frémin* 31
Géométrie sur un cube *JC.Ducorail-MH.Salin* 41
La boîte cadeau *F.Huguet* 51
Kaléidocycles *G.Ozan-C.Hervieu-F.Huguet* 57
Représentations de solides *D.Beaufort* 71
Les objets de l'école : l'octomobile *N.Bonnet* 83
Épistémologie et didactique : un exemple de cadre conceptuel pour analyser l'enseignement de la géométrie *C.Houdement-A.Kuzniak* 95
Articulation entre perception et déduction dans une démarche géométrique en PE1 *B.Parzysz* 107
Pour une définition dynamique des figures planes *B.Bettinelli* 127
Quadrilatères particuliers *H.Péault* 141
Assemblages de triangles équilatéraux *C.Houdement-ML.Peltier* 153
« Le napperon » : un problème pour travailler sur la symétrie axiale *ML.Peltier* 161
Reproduction de figures *H.Péault* 173
La fleur *ML.Peltier* 183

Chapitre 2 - Grandeurs et mesures **191**
Autour du thème de la mesure *J.Briand-G.Brousseau-F.Colmez* 193
Aires de surfaces planes *C.Houdement–ML.Peltier* 199
Une approche minimale de la notion de grandeur 209
M.Le Berre-C.Taveau

Chapitre 3 - Structures additives et structures multiplicatives **223**
Catégorisation des problèmes additifs, difficultés liées à la place de la question *C.Houdement* 225
Exemple d'une situation liée à la soustraction :Jeu de règles et de bracelets *JL.Oyallon* 235
Catégorisation des problèmes multiplicatifs et tentatives d'unification *A.Descaves* 239
Proportionnalité *H.Péault* 245
Étude du format A4 *C.Houdement-ML.Peltier* 261
Pavage et PGCD *C.Houdement-ML.Peltier* 269
La division en formation initiale *H.Péault-D.Butlen* 277

Chapitre 4 - Nombres décimaux **315**
Décimaux et autres nombres *M.Frémin* 317
Analyse a priori de séquence de formation à propos des décimaux *A.Bronner* 333
La multiplication des décimaux est une nouveauté de la classe de 6ème tant du point de vue du sens que de la technique *J.Briand* 355
Édition adaptée de la Disme de Stevin de Bruges *J.Briand-H.Péault* 363
Étude de la Disme 381
J.Briand-J.Euriat-ML.Huet-R.Lecoq-ML.Peltier

Index des sigles 407
Index des auteurs 409
Présentation de la COPIRELEM 411
Membres de la COPIRELEM 413
Présentation du système éducatif français et présentation du système de formation 415

TOME 3 - Outils de formation

Chapitre 1 - Démarches de formation **5**
Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques *A.Kuzniak* 7
Autour des stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques *C.Houdement* 23
Enseignement et apprentissage en PE1 *G.Le Poche* 33
La boîte du pâtissier *C.Houdement-D.Butlen-ML.Peltier* 47
La vache et le paysan *H.Péault* 57

Le conflit socio-cognitif en formation des maîtres *A.Kuzniak* 63

Chapitre 2 - Analyse de pratiques **71**
Les gestes professionnels des professeurs d'école débutants, leur acquisition en formation professionnelle initiale *D.Butlen* 73
Conduite d'un entretien avec un stagiaire PE2 lors d'une visite dans le cadre d'un stage en responsabilité *D.Butlen-G.Le Poche* 87
Préparation et analyse de séances de classe filmées dans la formation des PE2 *C.Houdement-C.Taveau* 99

Chapitre 3 - Outils méthodologiques **107**
Textes méthodologiques *C.Houdement-ML.Peltier* 109
Aide au mémoire professionnel *P.Eysseric-Y.Girmens* 139
Bibliographie restreinte en début de formation *COPIRELEM* 155

Chapitre 4- Éclairages didactiques **165**
Intégration des savoirs de formation - La régulation didactique *G.Brousseau* 167
Enseignement de la dialectique outil-objet et des jeux de cadres en formation mathématiques des professeurs d'école *R.Douady* 189
Glossaire de didactique *J.Briand-MH.Salin* 201

Index des sigles 211
Index des auteurs 213
Présentation de la COPIRELEM 215
Membres de la COPIRELEM 217
Présentation du système éducatif français et présentation du système de formation 219

Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques.

Alain Kuzniak

Extrait des Actes du XXIème Colloque de la COPIRELEM- Chantilly 1994.

Cet article présente une classification des stratégies de formation utilisées par les formateurs d'enseignants. Après avoir défini le système étudié, trois stratégies sont plus particulièrement présentées : les stratégies de monstration, d'homologie et de transposition.
En conclusion, l'auteur envisage des critères de choix stratégiques et une articulation possible entre ces diverses stratégies.

Introduction

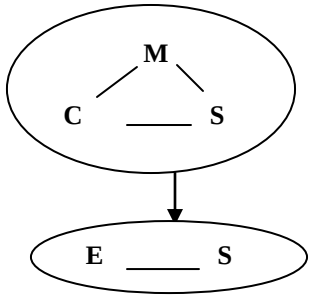
L'objet de cette contribution est l'étude, dans une perspective didactique, de la formation en mathématiques reçue dans les centres de formation par les maîtres du premier degré.
La réflexion sur la formation des maîtres doit prendre en compte deux niveaux de savoir et de compétences. Le premier concerne le savoir mathématique des élèves de l'école primaire et il fait classiquement l'objet d'études en didactique des mathématiques. Le second niveau concerne les maîtres qui doivent à la fois dominer le savoir mathématique propre à leurs élèves et un autre savoir qui concerne la transmission des connaissances à leurs élèves. La didactique des mathématiques ne prend généralement pas en compte l'acquisition des connaissances des maîtres et ignore de ce fait une partie de la genèse du processus de transposition opéré par ces derniers dans leur enseignement.
D'autre part, la formation des maîtres a un caractère spécifique. Dans les centres de formation, les apprenants ne correspondent à aucun des publics usuels de la didactique. Il s'agit en effet d'adultes qui ont fini leurs études universitaires (D.E.U.G., licence, suivant les différents plans ministériels). Comment enseigner les mathématiques à des adultes qui, même s'ils souffrent de lacunes en mathématiques, possèdent un niveau de raisonnement bien supérieur à celui des enfants ? La réponse à cette question est liée étroitement au fait que les étudiants dont il s'agit vont eux-mêmes devoir enseigner les mathématiques à des élèves. Ainsi le futur enseignant doit connaître ce qu'apprend un enfant et comment il l'apprend. Il doit aussi savoir comment faire apprendre à l'enfant. Le formateur d'enseignants est chargé d'apporter ces connaissances à ces étudiants. Comment procède-t-il et quelle stratégie met-il en place pour gérer la transmission de ces différents savoirs ?

Ces questions complexes peuvent être envisagées de différents points de vue. Nous allons ici présenter une approche qui vise une classification des stratégies des formateurs. Ceci afin de parvenir à décrire et à comprendre les différentes formes d'enseignement effectivement utilisées dans les centres de formation. II ne s'agit pas ici de définir a priori les modalités d'une formation "idéale" ou "souhaitable" mais de constater et d'analyser ce qui existe.
Cette approche nous a permis de faire apparaître les différents savoirs réellement scolarisés au sein de l'institution de formation. Nous avons aussi, à travers notre typologie, pu observer le rôle joué par les mathématiques, la didactique ou la pédagogie dans les différentes stratégies. Cela nous permet d'aborder le problème de la transposition de la didactique dans une perspective qui ne réduit pas la formation des maîtres à ce phénomène.

I. Le système observé et les savoirs mis en jeu.

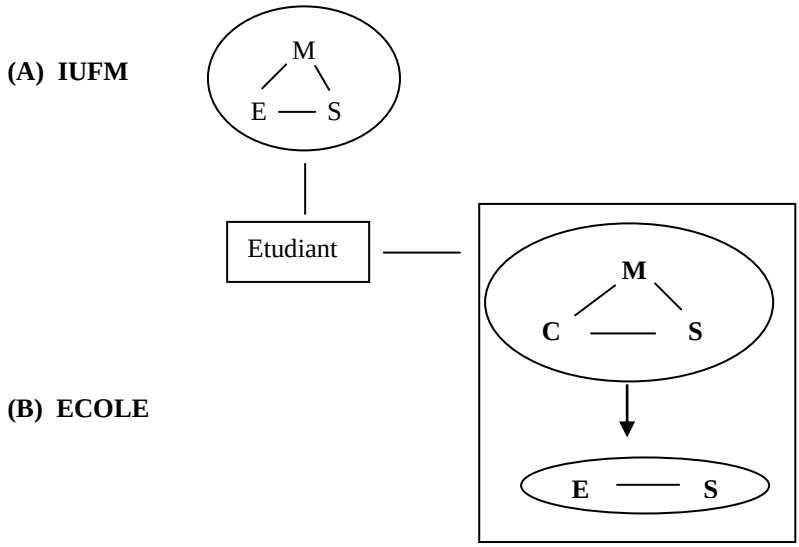
1. Nature du système observé.

La recherche des stratégies et leur description impliquent une connaissance précise du système dans lequel les formations s'inscrivent. Or, le système de formation des maîtres est particulièrement complexe et fluctuant. D'abord, il est soumis au système éducatif général dont on connaît la sensibilité à l'environnement social et politique qui se manifeste par des changements de ministres et par de fréquentes réformes des programmes qui vont directement influer sur le contenu de la formation des enseignants. Ensuite, l'Institution de formation a considérablement évolué en peu de temps. J'ai pris comme point de départ de mon étude la réforme de 1979 qui institutionnalisait une formation à l'enseignement primaire en trois ans. Mais, il faut signaler la réforme de 1985, et pour finir celle de 1991 qui substitue les I.U.F.M. aux Ecoles Normales. Ces transformations portent à la fois sur la durée des études, sur le niveau de recrutement et sur le statut des formateurs dont elles modifient les tâches. Ainsi, la réflexion sur la formation s'inscrit-elle dans un environnement instable qui complique nettement le travail de l'observateur.
Nous considérons le système de formation comme un système didactique. De manière classique, nous retenons comme élément de base de ce type de système le triplet (M-C-S) constitué par l'enseignant, la classe et un savoir mis en jeu. Ce triplet est plongé dans un milieu qui lui impose de nombreuses contraintes. La finalité que nous assignons au système de formation, sa "production", sera la communication d'un savoir aux étudiants qui se traduit par l'augmentation de leurs connaissances individuelles. Cette conception peut se représenter ainsi :



Produit

Dans notre étude, le processus paraît se dédoubler car la fonction de l'I.U.F.M. en tant que système de formation est de faire comprendre aux étudiants un autre système de formation, celui de l'enseignement élémentaire.
Ainsi apparaissent deux systèmes emboîtés (A), le centre de formation, et (B), l'école élémentaire, dont l'organisation est homologue. Ceci n'entraîne pas leur identité car les composants du système et le milieu dans lequel ils agissent sont très différents.
On peut alors schématiser cette articulation par la figure plus complexe suivante :



2. Nature des savoirs mis en jeu.

Les connaissances que doivent acquérir les étudiants qui souhaitent devenir enseignants englobent des compétences qui renvoient à différents savoirs. Les uns, comme les savoirs mathématique et didactique sont des savoirs théoriques, les autres sont plus marqués par les savoir-faire et le sens commun. A cela s'ajoute un ensemble de connaissances que seule l'expérience semble susceptible de donner.
Dans notre étude, nous avons retenu essentiellement trois formes de savoir : le savoir mathématique, le savoir didactique et le savoir pédagogique. Les deux premiers sont généralement reconnus de manière institutionnelle même si leur définition fluctue parfois. Ainsi le savoir mathématique qui est le mieux défini culturellement n'est qu'imparfaitement précisé dans le cadre de la formation des enseignants. Quelles sont en effet les limites de ce savoir pour un futur enseignant ? L'épistémologie et l'histoire des mathématiques ne sont-elles pas des composantes essentielles du savoir mathématique ? De même la réflexion heuris-

tique et in fine la didactique des notions à transmettre aux élèves ne peuvent-elles pas être considérées comme faisant partie du savoir mathématique de base ? Actuellement, il ne semble pas que ce soit le cas. Aussi ai-je distingué le savoir didactique caractérisé par l'effort de théorisation de type scientifique sur les phénomènes de transmission de connaissances à des élèves. Cet effort de théorisation constitue sa marque distinctive par rapport au savoir pédagogique qui va être précisé maintenant.

Pour définir le savoir pédagogique, il m'a semblé intéressant d'utiliser différents travaux effectués sur la transmission des savoir-faire techniques dans le cadre des métiers manuels[1]. Simplement, et cela marquera les limites de l'analogie, le métier d'enseignant semble nécessiter un apprentissage bien plus complexe que les métiers manuels.

Pour tenter de préciser ce que recouvre le savoir pédagogique et asseoir son autonomie, je me référerai à l'ouvrage *La transmission des savoirs* de Delbos et Jorion[2]. Les auteurs s'intéressent dans ce livre aux activités de saliculture, de petite pêche et de conchyliculture entre Lorient et Le Croisic. Le thème est certes très pointu mais il est traité dans une optique de transmission des savoirs avec l'opposition entre des connaissances spontanées glanées sur le tas et un savoir transmis dans les écoles professionnelles qui ont été créées dans les années 70.

Delbos et Jorion distinguent alors :

> *a) un savoir procédural, abstrait de l'observation de la pratique et mis en écriture dans des manuels, ouvrages qui ne sont pas des théorisations et qui sont présentés comme a-théoriques par les auteurs.*
>
> *b) un savoir propositionnel, présenté comme le savoir dispensé à l'école, qui n'est pas théorique mais est constitué de propositions non logiquement connectées et qui se contente d'énoncer des contenus.*

Ce que je nommerai savoir pédagogique sera la réunion complexe et parfois contradictoire de ces deux formes de savoir. Ce savoir se caractérise par son oscillation entre deux pôles, l'un théorique mais parfois très éloigné de la pratique future des formés, l'autre proche du sens commun et de la pratique de la classe mais privé de l'adaptabilité d'un modèle plus théorique. Le corpus de référence est constitué par un ensemble de savoirs situés entre pratique et théorie qui réunit des savoirs procéduraux et propositionnels. Dans ce cadre, ces derniers sont des exemples d'activités de classe c'est-à-dire d'ingénieries prêtes à être effectuées, quant aux savoirs procéduraux ils visent à rendre les formés plus conscients grâce à une réflexion plus méthodologique.

La nature exacte et les contenus de ce savoir pédagogique sont clarifiés par l'étude des stratégies mises en oeuvre dans la formation des maîtres. En effet d'une certaine façon, l'objet principal des centres de formation est la transmission aux étudiants d'un savoir-pragmatique "utile"[3]. Ce savoir peut partiellement être

---

[1] CHEVALLIER D, 1991, Savoir-faire et pouvoir transmettre, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris.

[2] DELBOS G et JORION P, 1984 , La transmission des savoirs, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

[3] CONNES F, 1992, "Savoir et connaissances dans la perspective de la transposition didactique", in recherches en Didactique des mathématiques, Vol 12/2-3

conçu comme une recomposition d'éléments des savoirs didactique et mathématique. Cette recomposition a pour finalité de rendre opérationnels les savoirs de références afin de donner aux étudiants leurs compétences professionnelles.

II. Deux particularités de la formation des maîtres du premier degré

1. Les contraintes institutionnelles

Il est important de clarifier le contexte institutionnel dans lequel opère la formation des maîtres pour comprendre les différentes stratégies de formation. La formation en mathématiques est définie par un ensemble de circulaires ministérielles qui limitent singulièrement la liberté des formateurs.

De 1979 à 1991, le système de formation a connu trois transformations importantes définies par des textes de lois.

En 1979, la formation s'adresse à des étudiants ayant le baccalauréat et elle dure trois ans. La formation est fondée sur une vision des mathématiques construites par l'enfant. Dans cette perspective, le normalien doit avoir une réflexion critique sur sa propre anamnèse mathématique. Il doit avoir réfléchi sur *sa façon d'appréhender les notions antérieurement rencontrées, sur ses modes d'acquisition*. La formation doit également développer la connaissance du développement logique de l'enfant. Les travaux de Piaget sont explicitement cités comme référence.

La circulaire insiste ensuite sur les savoirs pédagogiques du maître. *Il (le formé) devra être capable d'organiser son enseignement de telle manière que les notions mathématiques ne soient pas exposées par le maître, mais progressivement construites par les élèves*. Pour cela, le normalien devra exploiter des situations-problèmes afin de faire découvrir ou réinvestir des notions par les enfants. *Il devra aussi être capable d'organiser des enchaînements de séquences conduisant l'enfant à l'élaboration de son savoir.*

Puis, la circulaire définit des contenus mathématiques proches de l'école élémentaire et propose aux formateurs de mettre en oeuvre un type d'activités en fait parallèle (les auteurs utilisent le terme isomorphe) au projet pédagogique précisé pour les enfants : *rechercher à partir de situations-problèmes effectivement rencontrées, aboutir à des résultats qui seront éprouvés par la pratique scolaire*. De plus la formation doit nantir les élèves-instituteurs d'outils leur permettant d'assurer leurs cours, et *ces outils ne devront pas être fournis a priori par les formateurs, mais élaborés, avec l'aide de ces derniers, par les élèves-instituteurs eux-mêmes*. Cette conception est à la base des stratégies basées sur l'homologie que je présenterai plus tard.

A partir de 1986, les étudiants doivent posséder le DEUG et suivent une formation qui dure deux ans. La circulaire ministérielle est plus brève que les précédentes et s'oppose à ces dernières. La réflexion philosophique sur l'éducation devient le fondement de la formation présentée comme *professionnelle de niveau supérieur*. Le discours sur les formations disciplinaires prend un tour plus technique. Les moyens "*audiovisuels, informatiques et technologiques*" se trouvent

promus en force. Une grande partie de la formation doit être consacrée à leur intégration dans le domaine pédagogique. La circulaire manifeste une réserve nette sur la pédagogie générale et sur le degré d'application de ses principes. Elle fait explicitement allusion à la didactique de chaque discipline. Mais cette allusion reste vague et semble due plus à la volonté de contrecarrer les pédagogies dites d'éveil qu'à une réelle définition du domaine didactique.
Cette circulaire de 1986 s'oppose aux précédentes dans la mesure où elle rejette la pédagogie officielle antérieure basée sur l'éveil et la construction du savoir par l'enfant. Elle semble ouvrir la voie à deux types de formations d'enseignants toutes deux technologistes. Le premier sera bâti sur les technologies nouvelles (surtout l'informatique qui supplante l'audiovisuel) et le second sur une idée de la didactique conçue comme une technologie de l'enseignement (avec l'idée d'ingénierie). Enfin, elle n'exclut pas une formation basée sur la pratique des mathématiques.
En 1991, les Ecoles Normales disparaissent au profit d'une structure universitaire, les I.U.F.M.. II est encore tôt pour faire le point sur une structure en pleine installation. Cependant, on peut noter que la rupture la plus marquante de cette nouvelle formation avec les précédentes réside certainement dans l'instauration du concours à la fin de la première année. Cette modification transforme radicalement les conditions et les règles du jeu en vigueur dans la formation : une grande partie des étudiants n'atteindra pas la deuxième année et inversement une autre partie n'aura pas fait de première année.
La validation de la première année résulte de la réussite générale au concours. Celui-ci comprend une épreuve écrite de mathématiques qui comporte deux aspects :

un volet disciplinaire qui doit permettre de juger les compétences des étudiants en mathématiques, mais dont les exigences doivent tenir compte de la polyvalence disciplinaire demandée aux étudiants.

un volet pédagogique qui a "*pour objet l'analyse «des approches didactiques et des démarches pédagogiques correspondantes»"*. Dans cette épreuve le candidat "est *mis en situation de réagir à des documents*".

Ce dernier aspect conduit à privilégier pour la première année une formation axée sur l'écrit et sur la transmission d'un savoir de référence théorique. La seconde année est plus axée sur la pratique effective du métier avec la découverte des classes.

2. La gestion de la pluridisciplinarité.

C'est une particularité essentielle de la formation des maîtres du premier degré que de devoir intégrer un nombre important de disciplines, les mathématiques n'étant qu'une parmi d'autres.
L'étendue des connaissances idéalement exigées de la part des étudiants confrontés à la réalité fait sans cesse osciller les formateurs entre deux pôles:

(A) transmettre aux formés une démarche pédagogique transversale en faisant plus ou moins l'impasse sur les spécificités de chaque matière.

(B) accentuer l'approche disciplinaire en laissant l'étudiant, éventuellement aidé par la philosophie ou la psychopédagogie, faire une sa-

vante synthèse de tous les éléments disparates qui lui auront été enseignés.

En forçant un peu le trait, nous pouvons dire que la circulaire de 1979 opte pour le premier point de vue, et celle de 1986 pour le second.

Pour caractériser grossièrement les deux types de formations envisagées, il s'agit dans le premier cas, d'une pédagogie basée sur les activités, et dans le deuxième, d'une pédagogie où l'institutionnalisation des connaissances est essentielle. D'un côté, on a une vision de la formation très liée aux démarches d'apprentissage centrées sur l'enfant, à l'opposé la seconde conception des problèmes d'enseignement est très technicienne.

III. Les diverses stratégies de formation.

Présentation générale.

Nous avons distingué deux grands types de stratégies de formation. Il y a d'abord celles qui conçoivent la formation des étudiants comme une préparation professionnelle au métier de professeur d'école (ou d'instituteur) au sein de la structure existante. Puis toutes celles qui ne semblent pas avoir cette préoccupation comme une priorité. Parmi ces dernières, nous avons pu repérer :

Les stratégies culturelles. J'ai nommé ainsi les stratégies qui privilégient l'accroissement des connaissances dans le domaine mathématique sans préjuger de la mise en oeuvre opérée dans les classes par les étudiants. Bien sûr, ces stratégies pourront revêtir des formes très différentes suivant les conceptions pédagogiques des formateurs.

D'une certaine façon, elles ne respectent pas le contrat qui fonde les instituts de formation des maîtres et qui suppose une spécificité du savoir lié à l'enseignement. En tant que telles, elles apparaissent comme le négatif et aussi comme un point d'opposition aux stratégies qui prennent en compte la professionnalisation.

Ces stratégies intègrent avant tout le savoir qui fait l'objet de tous les efforts des formateurs les mathématiques. Les stratégies culturelles réduisent cet objet à son noyau central qui est le savoir savant de référence indépendamment de toute réflexion sur ses conditions de production, d'assimilation, de diffusion ou d'évolution. Elles présentent cependant une alternative à tous les autres types de stratégies, alternative toujours présente du moins tant qu'existera un enseignement des mathématiques à l'école primaire.

Les stratégies de recherche applicative.

J'ai appelé ainsi les stratégies très ambitieuses qui visent à former les étudiants par la recherche. Cette voie relève plus des intentions sur les formes souhaitables que pourrait avoir une formation que de la réalité institutionnelle qui crée des groupes de formation proches de trente personnes. De plus, elle suppose une maîtrise importante des contenus mathématiques qui vont faire l'objet de l'enseignement. Cette stratégie échappe en grande partie au cadre de la formation normale et n'en subit pas les contraintes. Elle semble cependant particulièrement adaptée à la formation des formateurs.

Les stratégies basées sur l'autonomie.

Dans ce cas, une très grande autonomie est laissée aux étudiants : ils doivent faire des exposés, traiter des thèmes du programme avec uniquement des pistes bibliographiques et ces exposés tiennent lieu d'épreuve d'évaluation (avec le paradoxe qu'on évalue des compétences non enseignées dans le cadre de la formation). Parfois employée de manière systématique par certains formateurs, l'autonomie l'est de façon marginale par d'autres pour aborder certaines notions comme le calcul mental.
Cette forme de formation laisse perplexe. En effet, si d'une certaine façon il faut reconnaître qu'ainsi certains étudiants travaillent parfois de façon intensive et peuvent dans certains cas montrer leurs compétences spécifiques, a contrario ce type de formation nie la nécessité des formateurs et conçoit les centres de formation comme des centres de ressources.

Les stratégies axées sur la professionnalisation s'assignent toutes le même but : rendre les étudiants capables d'enseigner en utilisant des activités de formation spécifiques. Elles sont également fonction des moyens matériels que donne la formation des maîtres. Dans ce cadre, nous avons défini trois grandes stratégies :

Les stratégies basées sur la monstration. Ces stratégies privilégient la transmission d'un modèle par l'observation de sa mise en oeuvre dans les classes élémentaires. I1 s'agit de transmettre une pratique en la montrant aux étudiants et en la faisant imiter. C'est le mode le plus naturel et le plus ancien ("leçon modèle") d'initiation aux pratiques professionnelles.

Les stratégies basées sur l'homologie.
C'est aussi un modèle fondé sur l'imitation, mais une imitation complexe et transposée par le formé. Ce dernier doit mettre en place un modèle de formation inspiré de celui qu'il a pu vivre en tant qu'étudiant dans le centre de formation. Les formateurs enseignent conformément à leur conception de ce que doit être l'enseignement à l'école élémentaire.

Les stratégies basées sur la transposition. Elles s'opposent aux précédentes par l'insistance mise sur la distanciation théorique. Elles se proposent de transmettre des savoirs de référence mais portant sur la pratique de la classe ce qui les distingue des stratégies culturelles. Pour étudier ces stratégies, il sera important de préciser les savoirs retenus et les modes de transposition mis au point.

1 . Les stratégies basées sur la monstration.

I1 s'agit du mode de formation le plus naturel lorsque l'on considère l'enseignement comme la maîtrise d'un ensemble de savoir-faire. Ces derniers sont alors montrés aux débutants par un expert. Dans la forme la plus simple de monstration, les étudiants sont intégrés dans une classe où ils peuvent regarder un maître en train d'enseigner une notion à des élèves de l'école élémentaire. Les étudiants sont ainsi plongés dans le système dans lequel ils devront plus tard exercer leur travail. Ils découvrent petit à petit et par eux-mêmes la fonction qui sera la leur. Le processus de formation repose alors sur l'absorption supposée d'un modèle par imitation.

La caractéristique de ces formations réside dans la faible part laissée à l'explicitation. Les formés vivent une situation qu'ils reproduiront ensuite uniquement par imitation sans réflexion explicite sur leur vécu. A l'opposé de cette forme de transmission imitative et toujours dans le cadre de la monstration existent toutes les approches qui visent l'acquisition de savoir-faire à partir d'une observation de la classe, consciente et active de la part du formé. Ces approches supposent chez l'étudiant un savoir-voir ou un savoir-observer qui devront faire l'objet d'un apprentissage spécifique. A défaut, on risque de tomber dans "l'illusion touristique" qui consiste à croire que l'on connaît ce que l'on a simplement visité.

Le dispositif d'observation mis en place conduit à distinguer un modèle de formation "artisanal" d'un modèle plus "industriel".

Dans le premier cas, l'accent est mis sur la présentation effective d'une séance qui est le plus souvent conduite par un conseiller pédagogique. Celui-ci, éventuellement accompagné par le professeur, joue le rôle "d'expert". Le dispositif d'observation, généralement léger, est second par rapport aux interactions entre les différents participants à la séance (étudiant, conseiller pédagogique ou professeur). Il s'agit d'un stade de la formation que je qualifie d'artisanal, axé sur la monstration-action.

Ce mode de formation est transformé par l'apport de la vidéo lorsque la séance est enregistrée et suivie d'une analyse a posteriori comme dans le cas du micro-enseignement. On peut alors parler d'une approche technologique qui place la formation par opposition au mode artisanal dans un mode de raisonnement "industriel" qui donne la priorité aux aspects techniques.

Ces deux approches visent une transformation des pratiques de l'étudiant par l'appropriation de modèles. Dans le cadre artisanal, ce modèle est transmis de façon empirique par imitation. Dans le modèle industriel, il est acquis par une suite de micro-actions sur des thèmes très ciblés. Dans sa forme la plus élaborée, ce modèle échappe aux stratégies de monstration et intègre de fait les stratégies basées sur la transposition, l'observation n'étant qu'un moyen pour transmettre un savoir technique très précis.

Les stratégies de monstration sont des stratégies très complexes à gérer à cause de la diversité des points de vue et de la très grande hétérogénéité des observateurs, ce qui rend difficile pour le formateur l'évaluation de l'impact réel de sa formation. Cette complexité peut aussi entraîner certaines illusions :

> *Dans le cadre artisanal, l'idée qu'il suffit de "faire" sans réflexion peut se mettre en place. Le formateur peut aussi croire, faute de grilles d'observation précises, que tout le monde voit et retient la même chose de la monstration.*
>
> *Dans le cadre technologique, on vit sur l'illusion qu'on a affaire à des phénomènes bien définis et parfaitement paramétrés avec l'idée de la reproductibilité des situations.*

Cette stratégie de formation tire sa force de son ancrage dans la réalité des classes. Mais cette insertion de la classe dans la formation rend difficile une réflexion décontextualisée.

La difficile gestion des stratégies de monstration et l'opacité des objectifs réellement poursuivis et atteints par ce mode de formation ne doivent pas faire oublier un certain nombre d'avantages :

- la transmission rapide d'informations sur le contexte dans lequel se déroule une action de formation,

- le lien étroit avec le milieu professionnel qui donne une certaine légitimation à la formation et contribue, à la manière du compagnonnage, à une sorte d'intronisation des étudiants dans leur futur métier,

- la preuve par la monstration de la possibilité de mettre en oeuvre le type d'enseignement défendu par les formateurs.

2. Les stratégies basées sur l'homologie.

Les stratégies basées sur l'homologie ont connu un grand développement au sein des Ecoles Normales et ont certainement constitué un modèle dominant stable particulièrement adapté à ces institutions.

A partir de la représentation simplifiée du système de formation des maîtres que nous avons donnée plus haut, précisons tout d'abord le sens qu'il faut donner au terme d'homologie.

Nous avons vu que les théories de l'apprentissage privilégiaient certaines articulations du triplet didactique (M-C-S). Le formateur d'enseignants peut certes rester neutre devant les différentes formes de transmission, mais de fait, il opte lui aussi pour un des modèles. Dans ce cas, il peut choisir de transmettre sa forme préférée d'enseignement en la mettant lui-même en oeuvre dans son enseignement à ses étudiants. Nous avons introduit le terme d'homologie pour désigner les stratégies où le professeur utilise (ou tente d'utiliser) un mode de transmission identique à celui qu'il souhaite voir utiliser par ses étudiants lorsque ceux-ci enseignent dans des classes élémentaires.

Dans le cadre de la formation des maîtres en mathématiques, le seul modèle que nous avons retenu (et rencontré) est le modèle constructiviste, qui privilégie les articulations (C-S) dans le système de formation et dans le cadre des écoles élémentaires.

Les formateurs ont alors la conviction que le savoir s'acquiert à partir d'une construction et que sa transmission passe par la confrontation de l'apprenant à des situations dites de découverte. Le problème se pose alors avec acuité de faire passer cette conception de l'enseignement auprès des étudiants habitués, le plus souvent, à d'autres pratiques.

Dans les publications issues des Colloques de P.E.N., on rencontre une formulation vigoureuse de la nécessité d'une sorte de stratégie de combat. Ainsi lors du Colloque d'Auberive, en 1978, peut-on lire à propos de la relation du normalien à l'enseignement des mathématiques *"C'est là que le plus gros travail de déconditionnement doit être fait. Amener le normalien à enseigner les mathématiques d'une manière différente de celle qu'il a lui-même subie n'est pas chose évidente. Le P.E.N. doit donc commencer par donner l'exemple ; c'est-à-dire mettre en pratique dans sa propre conception de la formation initiale, le modèle qu'il aimerait voir adopter par le normalien* ".

Dans les actes du colloque de Bombannes (1979), la définition de la stratégie à utiliser se fait plus précise et on peut lire à propos de l'enseignement de la géométrie

*On pourra simuler un apprentissage avec les F.P. (*les étudiants*) et le reprendre avec les élèves de l'école primaire. Il importe que la situation se transfère facilement.*

Ainsi les stratégies d'homologie se trouvent être bien définies par deux types de ressemblance :

- la ressemblance des démarches pédagogiques qui doit permettre d'assurer la cohérence entre le discours et les actes du formateur,

- la ressemblance des situations proposées aux enfants et aux étudiants.

Pour le choix des situations à mettre en place, plusieurs possibilités apparaissent.

a) La situation de départ est la même pour les enfants et les futurs enseignants.

b) La situation présentée aux adultes est légèrement plus complexe mais aisément transférable.

c) La situation présentée aux étudiants n'est pas susceptible d'un transfert simple à l'école primaire.

En fait, le choix de ces situations dépendra de l'appréciation par le formateur des difficultés liées à la notion abordée. On peut formuler ici deux hypothèses que j'étudie dans ma thèse[4]

H1 : Une situation simple permet une prise de conscience nette de la démarche pédagogique suivie, mais en contrepartie elle risque d'infantiliser l'étudiant et/ou de provoquer son rejet.

H2 : Une situation plus complexe transmet un savoir mathématique non trivial aux étudiants, mais la nouveauté de ce savoir peut occulter la démarche suivie.

Les stratégies basées sur l'homologie supposent implicitement que le transfert opéré par l'étudiant n'est pas problématique.

En règle générale, on peut dire que la réflexion sur le phénomène de transposition du savoir qui s'opérera ensuite de la part des étudiants est absente. Les explicitations ne visent de la part du formateur qu'à mieux se faire comprendre. Cette absence d'attention à la transposition opérée par les étudiants cache aux formateurs ce que j'ai appelé la "dénaturation simplificatrice".

En effet, nous avons pu observer un phénomène de simplification et parfois de dénaturation.

Les étudiants opèrent une simplification qui leur permet de préparer des séances que leur savoir mathématique suffira à dominer.

Il y a dénaturation à partir du moment où la simplification transforme la nature du savoir mis en jeu ou modifie radicalement les démarches pédagogiques initiales.

Les stratégies d'homologie s'appuient également sur le fait que le niveau mathématique moyen des futurs enseignants du primaire est faible. Contrairement aux

[4] KUZNIAK A, 1994, "Etude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré". Thèse de doctorat. Université Paris VII.

stratégies culturelles et même aux stratégies basées sur la transposition, elles ne cherchent pas à lutter contre ce phénomène mais plutôt à s'y adapter. Elles tentent de montrer que chaque étudiant peut avec des moyens limités mener une activité mathématique, le primat étant donné à l'approche pédagogique.
Un de leurs grands avantages est de confronter l'étudiant avec les difficultés que rencontre tout apprenant. Ainsi, l'élève-maître peut mieux saisir les phénomènes d'apprentissage et commencer à en apprécier la complexité. Il constate aussi que les notions qu'il va devoir mettre en oeuvre bien que qualifiées d'élémentaires, ne sont pas simples.
Il va aussi éprouver par lui-même la nécessité, pour celui qui cherche, de pressentir les attentes de celui qui fait chercher. Cela peut susciter une réflexion sur la nature des consignes, l'importance du contrat didactique. On constate la richesse potentielle de ces stratégies si l'on dépasse la simple homologie pour atteindre à une distanciation théorique.
Plus fondamentalement, les stratégies basées sur l'homologie semblent être les premières à avoir intégré l'importance des représentations dans la pratique des enseignants. Elles tentent d'agir sur ces dernières mais de manière empirique.
Les stratégies d'homologie semblent avoir connu leur apogée et être devenues moins prédominantes. Cela peut provenir de plusieurs facteurs. Tout d'abord, elles ne sont plus préconisées par les textes officiels comme en 1979. Ensuite, elles sont sensibles à toute réduction de la durée de la formation car la mise en action des étudiants suppose un temps de formation non négligeable. Et enfin, le développement de la recherche pédagogique et didactique fournit le cadre théorique nécessaire à d'autres conceptions de la formation des enseignants plus axées sur la transposition.

3. Les stratégies basées sur la transposition.

Les stratégies basées sur la transposition se différencient radicalement des précédentes par l'insistance qu'elles accordent à la transmission d'un savoir de référence. Elles se rapprochent ainsi des stratégies culturelles mais prennent en compte la professionnalisation des étudiants à la différence de ces dernières uniquement fixées sur les connaissances mathématiques.
Il y a en fait deux niveaux de transposition.

Le premier concerne le passage du savoir savant de référence au savoir enseigné par les formateurs. Il s'agit ici du processus standard de transposition didactique.

Le second niveau concerne le passage de ce savoir enseigné au savoir appliqué par les étudiants. Il prend en compte le phénomène de transfert et d'adaptation opéré par les étudiants.

Les stratégies les plus complexes envisagent les deux niveaux de transposition.
La nature du corpus savant retenu contribue à définir la stratégie. On rencontre ici deux corpus de savoirs, non spécifiquement mathématiques et différents : un corpus "pédagogique" et un corpus "didactique". Ces corpus représentent deux approches de la théorisation des faits d'enseignement en mathématiques à l'Ecole Elémentaire.

La première approche est de type pédagogique et se structure autour de productions de l'I.N.R.P.. L'ouvrage de référence est ici le ERMEL qui constitue le seul exemple d'ingénierie globale pour tout un cycle de formation. Dans ce cas le savoir mis en oeuvre est très lié à l'Ecole Elémentaire et n'est pas décontextualisé.
Le corpus didactique théorise davantage les phénomènes d'enseignement et n'a pas pour préoccupation première une application dans les classes. L'effort de transposition effectué par les formateurs est donc plus important.
La première transposition opérée par le formateur est problématique dans l'approche didactique surtout lorsque celui-ci souhaite garder comme objectif la professionnalisation des étudiants. Cela résulte de différentes causes :

1) La didactique des mathématiques est un champ de recherche dont la vocation première n'est pas de fournir un savoir technique directement utilisable dans les classes.

2) La transposition de ce savoir en formation passe par l'institutionnalisation de certaines notions dont la définition fluctue encore.

3) Ces notions sont extraites du cadre théorique qui leur a donné naissance pour être transformées en outils autonomes. Par exemple que devient la notion de jeu de cadre coupée de la théorie de la dialectique outil-objet ? Quel sens accorder aux variables didactiques lorsqu'elles sont utilisées hors du contexte didactique ? Ces questions ne semblent pas avoir reçu de réponses totalement satisfaisantes.

La théorisation didactique reste difficile pour un public non spécialiste des mathématiques et suppose un effort de transposition et d'adaptation important de la part des formateurs. Cette réflexion doit permettre de dégager quels sont les objets didactiques utiles aux futurs professeurs des écoles, elle doit aussi créer des situations de formation adaptées à la transmission de ces objets.
Pour guider la deuxième transposition opérée par les étudiants dans leur pratique de classe les formateurs ont construit des activités assez élaborées. Celles-ci portent essentiellement sur l'analyse des démarches et l'analyse didactique des séances, l'étude et l'exploitation des erreurs des enfants.
Nous constatons, à cette occasion, que le modèle transpositionnel de formation se présente souvent comme un modèle critique, mais est-il suffisamment constructif ? En effet, certaines analyses démontent avec succès des séances de classe et en font bien ressortir les limites. Mais cet effet critique peut sembler mal compensé par les outils de construction de séance proposés par les formateurs.
A l'opposé de l'approche critique qui demande généralement peu de temps et témoigne de plus une bonne adaptation aux nouvelles conditions un peu formelles de la formation axée sur la préparation d'une épreuve écrite, l'approche constructive suppose un temps de formation plus important. En effet, les analyses a priori avec examen des différentes variables didactiques doivent, pour être efficaces, être complétées par des analyses a posteriori qui supposent un travail dans des classes primaires.
Ces formes de travail demandent de la part de l'étudiant un certain nombre de connaissances préalables. Il doit avoir une idée précise du fonctionnement des classes primaires et une représentation adéquate de l'enseignement des mathéma-

tiques. De plus, les connaissances mathématiques sont parfois trop importantes pour un public qui n'est pas spécialement scientifique et qui est appelé à enseigner diverses matières. Ainsi, l'approche transpositionnelle ne se construit pas sur un vide pédagogique et mathématique. A l'opposé des stratégies d'homologie, les stratégies transpositionnelles paraissent un art riche qui suppose et réclame beaucoup de conditions pour sa bonne réalisation. Cela explique que les exemples d'activités les plus complexes que nous avons rencontrés concernent souvent la formation continue de personnels déjà formés.

Conclusion

1. Critères de choix stratégiques a priori.

Pour terminer cette présentation, nous allons comparer les diverses stratégies sur quelques paramètres qui vont faire apparaître leurs différences. Cela aidera à comprendre les raisons qui poussent les formateurs à choisir telle ou telle stratégie de formation.

a) Place du formateur en mathématiques.

Dans les stratégies de monstration, le professeur de mathématiques, surtout dans le fonctionnement artisanal, ne décide pas seul du mode de formation. L'importance du milieu constitué par la classe et les conseillers pédagogiques place même le professeur au second plan d'un processus qu'il maîtrise finalement assez peu et qu'il ne fait qu'accompagner. Cet effacement relatif du professeur contraste avec l'implication importante de l'étudiant dans cette formation puisque ce dernier doit réaliser une séance dans une classe en présence d'observateurs critiques.

Dans le modèle technologique, l'importance du professeur s'accroît mais le savoir développé relève plus de la pédagogie générale que de la pédagogie des mathématiques ce qui justifie souvent mal sa spécificité disciplinaire. Celle-ci réapparaît lorsque la monstration est réduite et mieux ciblée sur des moments précis où c'est réellement un savoir mathématique qui est transmis.

Dans les stratégies d'homologie, cette fois le professeur joue le rôle d'un modèle indirect. En effet, ces stratégies sont basées sur un processus d'imitation différée et transférée. L'étudiant observe un professeur qui enseigne à des adultes suivant le modèle constructiviste, il doit ensuite adopter cette manière de faire dans son enseignement pour des enfants. Le formateur s'engage en assumant dans sa pratique d'enseignant ses choix pédagogiques. On peut aussi noter que c'est certainement dans ces stratégies que le professeur a un rôle qui se rapproche le plus de celui des instituteurs mais d'un "instituteur pour adultes". Ce dernier point peut avoir pour conséquence de provoquer chez les étudiants un sentiment d'infantilisation ou d'ennui.

Dans les stratégies de transposition, le formateur retrouve une plus grande liberté pédagogique puisque l'enjeu essentiel de ces stratégies est la transmission d'un savoir professionnel de référence. Dans le cadre de l'approche pédagogique où intervient une grande part d'idéologie due à la prégnance du modèle constructiviste, il nous est apparu que le formateur devait avoir une expérience professionnelle de la formation des maîtres qui lui donne le savoir empirique nécessaire

pour gérer les situations de discussion avec les étudiants, fréquentes dans ce modèle. L'approche didactique, si elle peut éventuellement dispenser le formateur de ce savoir empirique, nécessite en revanche un investissement en tant que chercheur dans le domaine de la didactique des mathématiques. La difficulté consiste alors pour le formateur à ne pas confondre l'objet de ses recherches et l'objet de son enseignement.

b) Leviers utilisés par le formateur pour son action.

Les différentes stratégies ne prennent pas appui sur les mêmes points pour fonder leur action.

Les stratégies de monstration privilégient le rapport au contexte et au milieu professionnel futur. Elles utilisent ce dernier pour mettre au point des ajustements pédagogiques. Elles jouent aussi sur les comportements et les prises de décision perceptibles par l'observation. En ce sens, elles privilégient les apparences externes parfois au détriment de la cohérence interne.

Les stratégies d'homologie semblent privilégier l'action sur les représentations qui sont toujours supposées contraires au modèle souhaité par le formateur. Elles agissent donc de manière interne sur les étudiants en tentant tout d'abord une déstabilisation de ces derniers. Elles fournissent ensuite un modèle de l'enseignement constructiviste en acte.

Les stratégies de transposition se différencient des précédentes par leur volonté réflexive et l'effort de distanciation à partir des analyses a priori et de la critique des modèles. Elles défendent l'idée qu'un véritable savoir sur l'acte d'enseigner les mathématiques existe et que cet acte est trop complexe pour être réduit à un apprentissage de type technique.

c) Les savoirs de base.

Les stratégies de monstration privilégient les savoirs qui permettent la prise en main et la gestion d'une classe. Elles donnent la priorité au "faire" pour acquérir des savoir-faire. Les formateurs sont amenés à jouer sur des savoirs pédagogiques généraux. Lorsque ces savoirs sont liés aux mathématiques, ils relèvent plus de l'organisation, du déroulement de la séance et ils portent sur l'agencement formel de l'ingénierie de manière souvent indépendante du contenu traité. Il y a aussi la nécessité de s'appuyer sur le savoir-observer qui entraîne trop souvent l'usage de lourdes grilles d'observation. Une autre spécificité des savoirs mis en jeu est qu'ils portent sur la pluridisciplinarité et l'articulation des mathématiques avec les autres disciplines.

J'ai montré que les stratégies d'homologie fonctionnaient plutôt sur une conception a minima des différents savoirs possédés par les acteurs du système. Elles ne supposent pas un savoir mathématique important de la part des étudiants et ne se réfèrent pas à un savoir sur l'acte d'enseigner très développé. Il faut noter que ces stratégies ont souvent été mises au point à une époque où ce savoir de référence était pratiquement inexistant. En ce sens, elles peuvent être qualifiées "d'arte povera" car elles essaient de tirer le maximum d'une situation jugée pauvre.

A contrario, les stratégies de transposition nécessitent de nombreuses conditions pour fonctionner correctement. L'étudiant doit posséder un certain nombre de connaissances sur le fonctionnement pratique d'une classe primaire. Il doit aussi maîtriser suffisamment les contenus mathématiques pour prendre la distance

réflexive nécessaire. Quant au professeur, il doit s'être approprié un savoir qui ne fait pas partie du cursus usuel d'un professeur de mathématiques.

2. Articulation des diverses stratégies.

Les stratégies que nous avons pu mettre en évidence présentent toutes certaines limites mais, et c'est sans doute une des raisons de leur existence, présentent aussi des avantages spécifiques liés aux points d'appui qu'elles privilégient.

Ce sont également des stratégies contingentes qui s'intègrent dans le cadre dans lequel elles opèrent. Chacune résout un type particulier de difficulté comme le niveau souvent médiocre des connaissances mathématiques des étudiants, ou l'élaboration inachevée d'un savoir théorique de référence pour les formateurs.

Ces stratégies fournissent des réponses partielles, mais non nécessairement contradictoires entre elles, aux problèmes posés par la formation. A partir de ce constat, il semble donc naturel de rechercher une stratégie d'ensemble. Sur un temps suffisamment long, celle-ci pourrait mettre en réseau les différents leviers de connaissances qui se rapportent à la formation des maîtres et que nous avons pu dégager.

La connaissance du contexte et du milieu dans lesquels va opérer l'étudiant. Cette connaissance lui permet de mieux comprendre les références à la pratique données dans le cadre de la formation.

L'action sur les représentations des enseignants est indispensable pour entraîner une plus grande ouverture pédagogique.

Les références à un cadre théorique de type didactique.

Cette synthèse n'est pas utopique et nous avons déjà signalé certaines transitions entre les stratégies. Ainsi, certains formateurs mettent en place des stratégies de transposition à partir d'un mode de fonctionnement très imprégné des stratégies d'homologie. Ils tentent ainsi de concilier l'évolution du savoir didactique avec leur conception constructiviste de l'enseignement. De même, nous avons aussi rencontré des exemples de monstration mise au service de la transposition.

Autour des stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques

Catherine Houdement

Extrait des Actes du XXII ème colloque de la COPIRELEM - Douai 1995.

Cet article présente les travaux et les résultats d'une thèse[1], dans la continuité des recherches menées en 1994 par A.Kuzniak[2]. Il contribue au questionnement sur la formation des enseignants en mathématiques, plus spécifiquement sur celle des professeurs d'école. Il 's'intéresse aux relations entre stratégies de formation et contenus mathématiques.

La spécificité de la formation des professeurs d'école

Au niveau institutionnel

Les professeurs d'école sont, depuis la création des I.U.F.M. recrutés avec la licence par un concours portant sur un certain nombre de disciplines enseignées à l'école élémentaire. Ce concours comporte pour chaque discipline, une partie disciplinaire (au sens classique du terme) et une partie fondée sur des questions liées à l'enseignement de ces disciplines. Les étudiants qui se destinent au professorat des écoles ne sont pas, en général, des spécialistes de mathématiques. Quelquefois même, ils présentent de sévères lacunes en ce domaine. La formation initiale en première année d'I.U.F.M. a comme objectif de les préparer au concours et à leur future activité professionnelle.

Les formateurs de ces étudiants sont des professeurs du second degré[3] : ces formateurs sont donc avant tout spécialistes de mathématiques ; pour certains, en particulier ceux venant des ex-écoles normales, ils ont accumulé une expérience de formation professionnelle souvent relayée par des lectures ou participations à des recherches en didactique des mathématiques.

La formation en I.U.F.M. poursuit la formation des ex-écoles normales : utilisation d'un potentiel de formateurs existant, utilisation des mêmes locaux, reprise d'un système global de formation (formation pluridisciplinaire, alternance de cours et de stages sur le terrain, soit sous la tutelle du maître titulaire, soit en responsabilité) ; simultanément elle se place en rupture par rapport à elle : le

---

1 C.Houdement, *Projets de formation des maîtres du premier degré en mathématiques : programmation et stratégies*, Directeurs A.Robert et R.Douady, Université de Paris VII, avril 1995.

2 Cf. article précédent et *Étude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré*, Thèse de Doctorat, Université Paris 7.

3 Depuis peu les rejoignent des universitaires intéressés par la formation professionnelle dans le premier degré

concours est situé au milieu des deux ans de formation, ce qui rend la première année facultative ; il comporte une partie professionnelle, ce qui engage dans un type de préparation spécifique, qui n'est pas toujours jugée compatible (par les formateurs) avec l'idée d'une véritable formation professionnelle.

Au niveau des contenus

La formation des futurs professeurs d'école en mathématiques comporte des compléments mathématiques et des éléments de préparation aux aspects professionnels du métier. Plusieurs questions se posent immédiatement :

- comment définir les savoirs (au sens naïf) nécessaires pour exercer le métier de professeur d'école ?
- quelle partie de ces savoirs sont enseignables et sont du ressort de l'I.U.F.M. ?
- quelle partie de ces savoirs sont du ressort du formateur en mathématiques ? ne sont que de son ressort ?

Des tentatives de définition de ces savoirs ont eu lieu en 1979 lors du colloque de Bombannes, mais ce travail de définition ne s'est pas poursuivi explicitement. L'étude de plans de formation construits par différents I.U.F.M. (par exemple les plans 1991 d'Aix, de Rennes, de Nantes et de Caen) montre même de grandes disparités dans la rédaction des contenus abordés en première année. La C.O.P.I.R.E.L.E.M, en particulier pour unifier quelque peu les pratiques de rédaction des plans de formation, a proposé un texte en mars 1994[4] sur les contenus de formation en mathématiques pour le futur professeur d'école. Ce texte tente de prendre en compte l'état actuel des recherches en didactique des mathématiques et dans les domaines liés à l'enseignement des mathématiques.

Conclusion

L'absence de définition de contenus explicites de formation d'une part, l'incontournable effet de la composante pratique (la régulation par l'exercice effectif du métier) d'autre part, ne nous a pas permis d'inscrire nos recherches dans un cadre théorique unique.

On pourrait en effet tenter d'utiliser une théorie type ingénierie en assimilant la formation professionnelle à l'apprentissage d'éléments sur l'apprentissage mathématique des élèves, les problèmes de formation aux problèmes d'enseignement des mathématiques aux élèves et les savoirs de formation aux savoirs issus de la didactique des mathématiques. Cette transposition paraît d'abord un peu mécaniste : les savoirs visés par la formation professionnelle sont-ils de même nature (épistémologiste) que les savoirs visés par l'enseignement des mathématiques ? Mais le problème est ailleurs : comment intégrer dans ce cadre les savoirs nés de la pratique ? Comment se recomposent acquisitions théoriques et acquisitions pratiques ? Le cadre de l'acquisition des connaissances mathématiques, transposé à d'autres connaissances théoriques ne suffit pas à répondre à ces questions.

4 Texte disponible dans les actes du colloque de Douai (1995).

Nous avons donc décidé de nous tourner vers les pratiques, dans la mesure où il existe une culture commune de formation en mathématiques pour le premier degré.

Questions pour une recherche. Méthodologie associée.

Quels témoins de la pratique existent ? Que regarder dans les pratiques des formateurs ?

La formation des maîtres du premier degré dispose de divers écrits issus des colloques annuels des formateurs d'instituteurs en mathématiques (depuis 1979), des *Documents pour la formation en didactique des mathématiques des maîtres du premier degré*, édités annuellement depuis 1991 par la C.O.P.I.R.E.L.E.M., enfin de quelques publications récentes du commerce destinées à la formation en mathématiques des professeurs d'école. De plus une certaine culture commune se diffuse au sein de la C.O.P.I.R.E.L.E.M. et au fil des rencontres régulières que constituent les colloques. Cette culture explicitée représente une partie (et une vitrine ?) des pratiques de formation.

D'autre part, les recherches déjà menées sur la formation mathématique des professeurs d'école[5] ont dégagé plusieurs types de stratégies de formation. Nous reprenons cette typologie, dont nous rappelons des définitions succinctes.

- *Stratégies culturelles* : le formateur diffuse une information, veut communiquer une culture commune, qu'elle soit mathématique ou pédagogie de la pratique, sans se préoccuper de sa réception par les étudiants.
- *Stratégies de monstration* : le formateur fait voir des actes d'enseignements, soit dans des classes, soit via une bande vidéo.
- *Stratégies d'homologie* : le formateur met en scène un savoir (mathématique ou didactique) pour ses étudiants comme il voudrait que ceux-ci le fassent pour leurs élèves avec le savoir mathématique, sans toutefois expliciter le savoir didactique de référence qui lui permet ces mises en scène.
- *Stratégies de transposition* : le formateur explicite du savoir théorique d'enseignement (éléments de didactique, de théorie des apprentissages, etc.) soit directement, soit après une homologie.

Or un examen d'écrits sur la formation sur un même thème mathématique laisse parfois voir plusieurs types de stratégies possibles. Prenons le cas de la division euclidienne dans N. Un formateur débutant a tendance à mettre en place une stratégie culturelle : faire faire des mathématiques de façon classique, d'abord indépendamment d'une réflexion professionnelle. A.Kuzniak, dans sa thèse page 104, développe, sur sept séances de trois heures, une stratégie de monstration. H.Péault met en place sur une dizaine de séances d'une heure trente, une stratégie dominante d'homologie[6]. D.Butlen[7] se livre à une stratégie de transposition à

[5] Cf. article précédent d'A.Kuzniak.

[6] H.Péault, pages 86 à 93 dans *Actes du Colloque inter-I.R.E.M. des P.E.N. de Rouen* (1988).

travers l'analyse, par les étudiants, d'un protocole de séance de CM sur la division.

D'où des questions possibles, interrogeant les pratiques :
Il existe une certaine richesse de pratiques de formation sur le thème de la division. Existe-t-il cette même richesse stratégique pour tous les thèmes de la formation ? Peut-on déceler des liens privilégiés entre thèmes et stratégies ? Mais que prendre comme thèmes de la formation puisque les contenus eux-mêmes ne sont pas explicites ?
L'examen des pratiques passe aussi par un regard analytique sur sa propre pratique. La nôtre, sur une dizaine d'années, révèle des constantes et des variations tant sur le plan de l'ordre de présentation des contenus que sur les stratégies employées sur ces contenus, évoluant vers un certain équilibre les dernières années. Existerait-il un ordre de présentation privilégié des contenus, vers lequel pourrait évoluer tout formateur expérimenté ?

Nous avons cherché des éléments de réponse à ces questions d'une part en analysant notre propre pratique ; c'est elle qui nous a permis de faire les hypothèses sur l'ordre de présentation des contenus, hypothèse que nous avons testée par un questionnaire distribué à des pairs, lors du colloque des formateurs de maîtres en mathématiques d'Aussois (43 recueillis sur une centaine distribuée) ; d'autre part en étudiant les écrits de formation recensés précédemment au niveau des thèmes et des stratégies dominantes utilisées pour les traiter.

Pour ces études, nous avons dû décider d'une entrée pour les contenus de formation. Pour une communication maximale avec tous les partenaires du système (collègues formateurs, instituteurs titulaires, étudiants) , nous avons choisi comme entrées les thèmes mathématiques classiques de l'école élémentaire répertoriés ci-dessous.

A Nombre entier **B** Addition **C** Soustraction **D** Multiplication **E** Division	**F** Rationnels et décimaux **G** Opérations sur décimaux **H** Fonctions numériques **I** Mathématiques et maternelle	**J** Géométrie plane des figures **K** Géométrie plane des transformations **L** Géométrie des solides **M** Mesure

La formation dispensée comporte au gré des formateurs compléments mathématiques et aspects professionnels liés aux thèmes ci-dessus[8]. Les entrées n'augurent pas des contenus explicitement traités dans la formation, elles ne permettent que de les décrire.

---

[7] D.Butlen, pages 123 et suivantes, dans *Documents pour la formation des Professeurs d'Ecole en Didactique des mathématiques*, COPIRELEM, Cahors 1991.

[8] Pour plus de détails sur ce que peuvent recouvrir les savoirs autour de certains thèmes, cf. thèse C.Houdement pour les thèmes *Division*, *Proportionnalité* et *Grandeur et mesure*.

Des éléments sur les pratiques des formateurs

Les études précédemment introduites nous ont permis de pointer certains éléments sur les pratiques des formateurs.

1 L'étude de l'organisation des contenus dans les pratiques des formateurs a révélé qu'il n'existait pas d'ordre fixe de présentation. Par contre viennent en tête des thèmes mentionnés la première année : *géométrie plane*, *fonctions numériques*, *division* et *entiers, rationnels et décimaux.*

2 A travers les écrits sur la formation se révèlent des relations entre thèmes et stratégies, résumées dans le tableau suivant.

Thèmes	nombre entier, addition, soustraction, multiplication	géométrie, mesure, fonctions numériques	non entiers	division
Stratégies	transposition et monstration	homologie (avec éléments de transposition)	culturel mathématique, transposition, homologie	toutes les stratégies

Tableau 1

Les différents thèmes qui nous servent d'entrées pour la formation se trouvent donc regroupés selon des stratégies dominantes, en quatre blocs. Nous retrouvons bien sûr une particulière richesse stratégique pour la division euclidienne dans N.

Nous avons donc cherché à trouver ce qui pouvait créer ces préférences, d'une part sur l'ordre, d'autre part sur le choix des stratégies.
Autrement dit, quels peuvent être des déterminants de choix pour le formateur parmi ces variables possibles pour la formation ?
Cette partie de notre travail s'est limité à l'émission d'hypothèses, que nous livrons ci-dessous.

Nous faisons l'hypothèse que ces déterminants sont bien sûr dans la connaissance que les formateurs ont du **public des futurs formés,** mais nous pensons qu'ils peuvent être aussi du côté du terrain d'exercice futur de ces formés, autrement le terrain des classes dans lesquelles ils sont susceptibles d'exercer. En quelque sorte, des indices pour les choix des formateurs sont à chercher **en amont** de la formation (les étudiants AVANT) mais aussi **en aval** de la formation (le milieu des enseignants qui les accueillera et régulera leurs jeunes habitudes).
Nous essayons donc de proposer de nouvelles variables, qui aideront le formateur à faire ses choix. Cette étude prend appui sur un essai de détermination des caractéristiques du public des futurs formés par un questionnaire (135 dépouil-

lés), l'expérience que nous avons de leurs compétences mathématiques a priori, la connaissance que nous nous sommes forgée des habitudes d'enseignement du terrain (en général lors de stages de nos étudiants).

Des liaisons possibles entre public des formés, terrain d'exercice et variables à la charge des formateurs

Des cartes par thème

Pour cette étude, nous avons cherché à définir des indices qui caractérisent le public des formés et terrain, indices auxquels soient sensibles les formateurs. Ce qui nous a amenés à retenir les éléments de caractéristiques suivants.

Pour les étudiants
a - La connaissance a priori qu'ont les étudiants sur le thème.
b - L'idée que les étudiants ont de leur compétence sur le thème.
c - Leur désir de travailler l'aspect mathématique de ce thème.

Le **a-** peut être évalué soit par des tests sur les étudiants avant de traiter d'une quelconque manière le thème en question, soit par l'expérience du formateur (qui extrapole de son expérience passée, quand le public garde sensiblement le même profil).
Le **b-** et le **c-** se sont révélés pertinents dans la mesure où ils ont permis de différentier des thèmes, ce que nous avons constaté par un questionnaire[9] (135 réponses dépouillées sur plusieurs groupes de PE1 d'une même année sur deux lieux : Rouen, Evreux).

Pour le terrain
A - L'impact du thème dans les mathématiques de l'école élémentaire
B - L'existence d'écrits de référence auxquels il est possible de renvoyer les étudiants
C - Notre évaluation du traitement du thème par les maîtres de l'académie.

A- a été examiné à travers les programmes, les manuels et les habitudes.

---

[9] Les étudiants ont été amenés à ranger les thèmes placés en abscisse du graphique selon plusieurs questions. Ont été exploitées les questions suivantes (cf. annexe) :
(1)- Quels thèmes souhaitez-vous voir traités en priorité? Les ranger en les numérotant des plus nécessaires vers les moins nécessaires.
(2)- Sur quels thèmes vous sentez-vous à peu près "au point"? Les ranger du plus connu au moins connu.
(3)- Y a-t-il des thèmes qui vous effraient plus que d'autres? Lesquels? Pourquoi?
(4)- Donnez les thèmes, par ordre d'importance, sur lesquels vous sentez le plus nécessaire une formation professionnelle.

B- dépend bien sûr des options du formateur, qui considère tel ou tel écrit en conformité avec ce qu'il souhaite voir mis en place à l'école élémentaire.
C- a été tiré de notre expérience des pratiques du terrain, observées lors de visites ou tirées de discussions avec des maîtres venant en formation continue.
Rappelons que l'appréciation de ces aspects, dans la formulation choisie, reste profondément liée au formateur.

Ces différentes rubriques, au nombre de six, permettent au formateur de pointer certaines différences et certaines analogies entre les thèmes. L'ensemble de ces six rubriques, que nous pouvons remplir pour chaque thème de la formation, constitue ce que nous appelons une "carte" du thème. Nous obtenons les cartes suivantes

entiers	addition	soustraction	multiplication.
a+b+c0 A+B+C-	a+b+c0 A+B+C+	a+b+c0 A+B+C-	a+b+c0 A+B+C+

division
a-b+c+ A+B+C-

fonction	non entiers.	géométrie	grandeurs
a-b-c+ A-B+C-	a-b-c+ A+B-C-	a-b-c+ A-B-C-	a-b-c+ A-B-C-

Tableau 2

Il nous faut expliciter la signification des exposants +, -, 0.
Pour les petites lettres **a, b** et **c,**
- **a+** signifie que les étudiants ont une bonne connaissance outil du thème a priori (du point de vue du formateur) ; **a-** qu'ils ont de sévères lacunes mathématiques sur ce thème ;
- **b+** veut dire que les étudiants pensent qu'ils connaissent suffisamment le thème ; **b-** qu'ils sont conscients de leurs lacunes sur le thème en question ;
- **c+** suppose que les étudiants ont un désir particulier d'entendre des mathématiques sur ce thème ; **c0** qu'ils n'en ont pas spécifiquement envie (nous avons préféré le codage **c0** à **c-** car ils n'expriment pas un manque d'envie)
Pour les grandes lettres,
- **A+** signifie le thème est considéré comme important à l'école, **A-** qu'il peut, à la limite, être peu traité ou écarté des pratiques des maîtres ;
- **B+** signifie qu'il existe, selon le point de vue des formateurs, des écrits de référence (manuels scolaires, livres du maître, écrits pédagogiques) lisibles par les étudiants (c'est-à-dire dont le formateur aura préparé la lecture) en conformité avec l'idée que le formateur se fait de l'enseignement à l'école élémentaire ; **B-** qu'il n'existe pas (encore) de tels ouvrages ;
- **C+** : le formateur estime que le thème est correctement traité dans son académie (d'après des visites, formation continue,...) ; **C-** : qu'un gros effort de formation est à faire pour changer les pratiques du terrain.

Liaisons entre cartes et variables du formateur

Le croisement des relations thème-stratégie et de ces cartes montre
- que ces cartes peuvent permettre d'expliquer des différences stratégiques, puisque des regroupements se retrouvent dans les tableaux 1 et 2 ;
- en l'occurrence les thèmes plutôt méconnus des étudiants (ceux qui disposent d'une carte a-b-) sont traités avec des stratégies d'homologie ; les thèmes mieux connus (ceux qui disposent d'une carte a+b+) sont plutôt traités avec des stratégies de transposition et monstration.

Remarque : le thème de la *division* garde un statut particulier, ce thème est prétexte à tous les traitements stratégiques. Le thème des *non-entiers* comporte deux parties : d'une part, la partie *nombres décimaux*, relativement connue des étudiants, d'autre part la partie *nombres rationnels* (puis réels) plus méconnue. A ce titre sans doute, le thème *non entiers* relève à la fois des stratégies liées aux thèmes plus connus et de celles liées aux thèmes moins bien connus.

De plus si on lie cela aux remarques sur l'ordre, il semblerait que **les thèmes plus connus sont réservés à la première année de formation.**

Ainsi notre recherche permet de pointer certaines liaisons entre des thèmes et des stratégies, mais elle ne donne pas d'explication totale des choix des formateurs. C'est pourquoi nous cherchons d'autres hypothèses.

D'autres hypothèses pour les choix d'ordre et de stratégies

L'étude du public et du terrain semble fournir des éléments explicatifs sur les choix des formateurs. Mais elle ne permet pas de déduire des ordres totaux pour la présentation des thèmes mathématiques de la formation. L'idée est donc d'intégrer dans l'étude la composante personnelle du formateur. Cette composante personnelle sera explicitée sous forme d'hypothèses sur les "croyances"[10] des formateurs, croyances qui ne sont pas strictement personnelles, mais résultent aussi d'habitudes de formations, transmises de formateurs en formateurs. Nous nous proposons de présenter des hypothèses sur les principes de ces croyances, dont la combinaison forgerait les "croyances" du formateur.

Ces principes pourraient s'appuyer sur certaines positions.

Position 1 : s'appuyer sur l'ordre chronologique des programmes de mathématiques de l'école.

Position 2 : s'appuyer sur la connaissance, par les formés, des thèmes mathématiques.

Position 3 : décider d'une hiérarchie de stratégies et organiser son plan selon cette hiérarchie de stratégies.

Position 4 : s'appuyer sur les outils pédagogiques disponibles.

Position 5 : s'appuyer sur l'appréciation des pratiques du terrain sur le thème.

[10] Cf. Bourdieu *Questions de sociologie*, 1984, Editions de Minuit, page 114

Position 6 : choisir des connaissances didactiques ou pédagogiques comme objectifs de formation et illustrer ces connaissances à travers l'étude de thèmes mathématiques (c'est une croyance encore peu partagée).
Chaque position peut donner naissance à un ordre ou à l'ordre inverse : par exemple la position 1 peut amener le formateur à traiter d'abord des notions mathématiques plutôt sous-jacentes aux classes de maternelle et de CP, et à garder pour plus tard celles du cycle III. Inversement il peut choisir de traiter d'abord des notions du cycle III et de garder les mathématiques liées à la maternelle pour la fin de sa programmation.

Conclusion

Cette recherche nous a donc permis d'une part, de pointer des éléments de pratique de formateurs en mathématiques d'enseignants du premier degré (sur l'ordre de présentation des thèmes et sur les relations entre thèmes et stratégies)", d'autre part de proposer des éléments de différenciation des thèmes entre eux selon certains critères (selon notamment les habitudes que manifestent formés et "terrain" face à ces thèmes).
Il nous semble que ces travaux contribuent à la professionnalisation du métier de formateur dans la mesure où ils permettent d'une part une analyse de certaines habitudes de formation, d'autre part, par la transmission d'une culture commune analysée, ils peuvent aider le nouveau formateur dans ses choix de programmation et de stratégies du moins pour la première année de formation des maîtres du premier degré en mathématiques.

Enseignement et apprentissage en PE1

Gaby Le Poche

Extrait du Cahier du Formateur, Tome 1 – Perpignan 1997.

Cet article est la présentation d'une séance de formation en PE1 dont l'objectif est de permettre aux étudiants de s'approprier certains éléments de didactique en étant eux-mêmes placés en situation d'apprentissage puis en analysant le déroulement de la séance.

INTRODUCTION

Contexte
La séance de formation s'est déroulée au cours du premier trimestre de première année, après une dizaine d'heures d'interventions avec le même formateur sur les aspects notionnels de la numération.

Les étudiants ont donc déjà eu l'occasion de se familiariser avec la conception de l'apprentissage qui sera développée et analysée au cours de cette séance.

Objectifs

Objectifs mathématiques
- Déterminer une mesure par commensuration
- Réinvestir les rationnels dans un contexte de mesure d'aires

Objectifs didactiques
Les situations illustrent les notions d'appropriation et de dévolution des tâches, de contrat didactique, de validation et de preuve.

Objectifs méthodologiques
La séance met en évidence une certaine conception de l'apprentissage et développe une méthodologie, transférable, du travail par groupe.
L'accent est mis sur des techniques de gestion des différences de rapidité entre les groupes.

Structures pédagogiques
Les vingt-quatre étudiants sont répartis en sept groupes de trois ou quatre personnes constitués par affinité.

Matériel
Deux rétroprojecteurs et deux tableaux de papier (paper-board) destinés à séparer très nettement les activités d'ordre méthodologique de celle d'ordre mathématique.

PHASE 1

Présentation des objectifs et des tâches associées

L'objectif d'ordre méthodologique

Familiarisation, en situation vécue, à une méthodologie conforme à une certaine conception de l'apprentissage.
(conception à laquelle adhère le formateur).

Il est écrit par un étudiant, sous la dictée de l'enseignant, sur l'un des tableaux de papier (il restera présent pendant toute la durée de la séance). Les tâches correspondantes ne sont pas précisées.

La tâche d'ordre mathématique
Mesurer des aires

Elle est décrite de la même façon sur l'autre tableau de papier mais, cette fois, ce sont les objectifs associés qui ne sont pas portés à la connaissance des étudiants.

PHASE 2

Appropriation de la tâche d'ordre mathématique

SITUATION S1 : " la clé à molette " (voir annexe 1)

Matériel

- Une fiche par étudiant.
- La même fiche est également placée sur le rétroprojecteur (côté réservé aux mathématiques).
- Un grand tableau mural sur lequel un représentant par groupe viendra écrire sa proposition de résultat (un numéro de référence a préalablement été attribué à chaque groupe).
- Crayons, calques, ciseaux et compas à disposition.

Déroulement

Le professeur donne la consigne suivante :

Il s'agit de calculer la mesure de l'aire de la surface S1 en prenant U1 comme unité. Lorsque les trois personnes du groupe se seront mises d'accord, un représentant viendra écrire le résultat commun sur le tableau préparé à cet effet.

Comme prévu, le tableau se remplit rapidement du résultat 8, commun à tous les groupes.
Le professeur fait remarquer que tous les groupes ont produit un résultat, qu'il n'y a pas de divergences, mais que ce résultat reste sous la responsabilité des étudiants et qu'il ne saurait en aucun cas être cautionné par lui.

PHASE 3

Conception de l'apprentissage

Présentation rapide de trois conceptions de l'apprentissage avec le statut de l'erreur qui leur correspond :

- la " tête vide ",
- les " petites marches "
- le " constructivisme ".

Matériel
Un transparent (annexe 7)

Le lecteur, désigné, lit les phrases pointées par l'enseignant. Eventuellement, celui-ci les explicite. L'enseignant précise aux étudiants qu'il va tenter de mettre en oeuvre une conception de séance s'appuyant sur le " constructivisme " et qu'ils devraient donc rencontrer un ou des obstacles qui pourraient, éventuellement, les déstabiliser provisoirement pour une accommodation future à un niveau supérieur.

Grille d'analyse

Le professeur présente une " mini-grille " d'analyse d'une situation d'apprentissage.

Matériel
Un transparent (annexe 8)

Le seul point développé est le type de validation recherché. Un lecteur désigné lit les phrases pointées par l'enseignant, celui-ci les explicite.

Le rôle de l'enseignant

Présentation d'un transparent qui définit le rôle de l'enseignant au cours d'une situation d'apprentissage.

Matériel
Un transparent (annexe 9)

L'essentiel consiste à développer la notion de contrat. Il est ici explicitement passé entre l'étudiant et l'enseignant : chacun connaît le rôle de l'autre.

Le transparent restera projeté durant la durée des recherches et l'enseignant pourra y faire référence.

PHASE 4

Appropriation de la tâche d'ordre mathématique (suite)

SITUATION S2 : " *la cocotte* " *(voir annexe 2)*

Matériel

Identique à celui de la phase 2.

Déroulement

Le professeur donne la consigne suivante :

> *Calculez la mesure de l'aire de la surface S2 en prenant U2 comme unité.*
>
> *Après accord dans le groupe, un délégué écrira le résultat dans le tableau préparé à cet effet.*

Cette fois, et cela avait été prévu, les propositions s'étalent dans le temps et l'enseignant gère cette différence de rythme en proposant aux plus rapides une situation S3 : " le sphinx " (annexe 3). Le transparent " cocotte " reste cependant projeté durant toute la durée de cette phase.

Après cinq minutes, le dernier groupe écrit son résultat : 16. Celui-ci est encore commun à toute la classe. L'enseignant réitère alors les remarques déjà formulées au cours de la deuxième phase sur l'absence de caution de sa part quant aux résultats trouvés par les groupes.

Remarque : pour cette activité, on peut déjà constater que les procédures se différencient.

PHASE 5

Création d'un obstacle

L'objectif de cette phase est de créer un obstacle qui oblige les échanges au sein de chaque groupe et entre les groupes, obstacle qui exige la justification des procédures.

Matériel

Identique à celui de la phase 2.

Première étape : les rationnels

Cette première étape vise une " réactivation " des connaissances mathématiques sur les rationnels.

La comparaison des unités U1 et U2 sert de prétexte à l'introduction du rationnel 1/4 : U2 = 1/4 x U1.

Puis, le maître soumet au groupe classe, sous la forme d'un transparent, des exercices issus de la brochure " La machine à partager " de l'IREM de Rouen et présentés sous forme de Q.C.M. (annexe 6).

Quelques difficultés surgiront, mais seront rapidement résolues.

Deuxième étape : l'obstacle

SITUATION S4 " *le puzzle* " (voir annexe 4)

Déroulement prévu

- Analyse a priori des procédures.

La situation est construite de telle sorte qu'à vue d'œil ou même par découpage, les étudiants proposent les résultats suivants :

C = 1/2 x U4
B = 3/2 x U4
D = (1+1/4) x U4
E = 1 x U4
A = 1/4 x U4

et ceci malgré la précision, donnée plus tardivement par l'enseignant, que le côté du carré de base est égal à 3 fois chaque côté de l'angle droit du triangle rectangle A.

- On espère alors que l'un des groupes d'étudiants proposera de sommer les mesures des aires pour trouver 4,5.

Cela devrait permettre de rejeter les propositions précédentes sans trop de difficultés, car mes U4 (A+B+C+D+E-)= 4.

- Dans tous les cas, l'enseignant soumettra à la réflexion des élèves " l'unité manquante " (puzzle de FIBONACCI, nombres 64 et 65, cf. annexe 5).

Les explications provisoires suivantes, en référence avec S4, seront alors fournies par le professeur :

- *En déplaçant les pièces d'un puzzle, celles-ci diminuent.*

Ou

- *La formule donnant l'aire d'un rectangle, apprise à l'école, est fausse.*

Ou

- *Les calculs sur la somme de rationnels sont erronés.*

Cette mise en scène a plusieurs objectifs :

- Inciter les étudiants à calculer, si cela n'a pas été fait, la somme des mesures trouvées.

- Rendre les affirmations de l'enseignant susceptibles de critiques et développer alors la notion de preuve.

- Mettre les étudiants devant leur responsabilité d'invalider eux-mêmes leur proposition de solution.

- Gérer la différence de rapidité, en proposant aux groupes ayant terminé leur travail (y compris la préparation de l'exposé de leur méthode sur tableau

de papier grand format) la résolution de l' " énigme de l'unité manquante ". Le choix des nombres est différent de celui qui a été proposé au rétroprojecteur, ce qui rend la tâche d'autant plus difficile.

Si la solution à la situation S4 tarde à venir dans certains groupes, l'enseignant imposera un brassage des groupes n'ayant rien découvert, puis, après un échange, un retour à la composition initiale.

PHASE 6

Retour sur la méthodologie

Objectif

Institutionnalisation locale de quelques notions méthodologiques et didactiques.

Matériel

Divers transparents

Méthode

Questionnement collectif du groupe-classe.

Déroulement

1. Le rôle de l'adulte

On étudie ici le rôle de l'adulte au cours des situations d'apprentissage (transparent : annexe 9).
Est abordée la notion " d'histoire de la classe ".

2. La mini-grille

La " mini-grille " d'analyse d'une situation d'apprentissage (transparent : annexe 8).

La séance est analysée en fonction des quatre points du document :

- La gestion du temps scolaire.
- Le degré de liberté de l'élève.
- Le rôle de l'erreur.
- La validation.

Les étudiants constatent que les critères d'efficacité pointés dans cette fiche ont été respectés.

3. La situation problème

Il s'agit de la situation-problème d'apprentissage (transparent : annexe 10).

Les étapes sont les suivantes :

- L'enseignant développe, à travers le rôle des situations S1 et S2, la notion d'appropriation des tâches.
- Est abordée la fonction spécifique de la situation S3.
- La situation S4 permet de revenir sur la notion d'obstacle qui a été fortement ressentie (transparent : annexe 7).
- Le besoin éventuel d'une évaluation individuelle est évoqué.

4. Débat

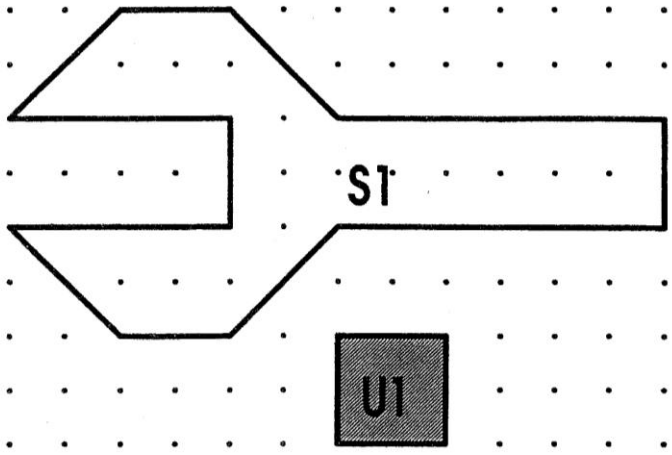
La séance se termine par une phase au cours de laquelle les étudiants se posent de nombreuses questions et amorcent spontanément des discussions.
Les interrogations sont parfois relayées par le formateur au niveau de toute la classe :

- Sur la constitution des groupes : homogènes ou hétérogènes ?
- Sur l'évaluation de type diagnostic.
- Sur la gestion des différents rythmes de travail.
- Sur le rôle affectif de l'enseignant.

ANNEXES 1 et 2

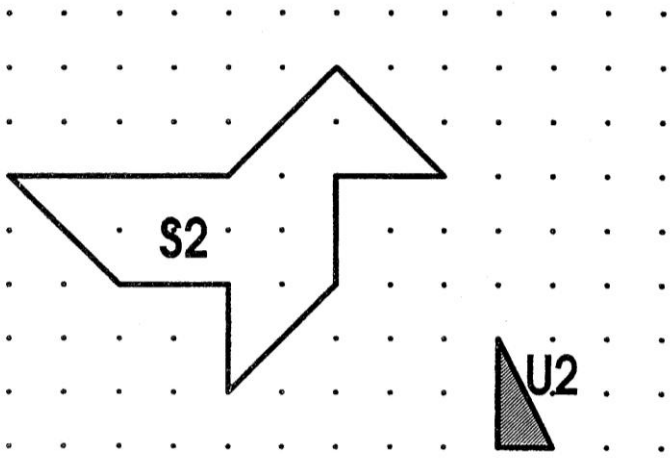
Annexe 1

La clé à molette



Annexe 2

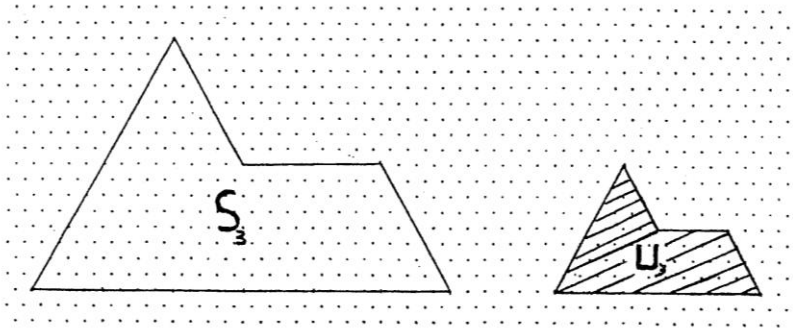
La cocotte



ANNEXES 3 et 4

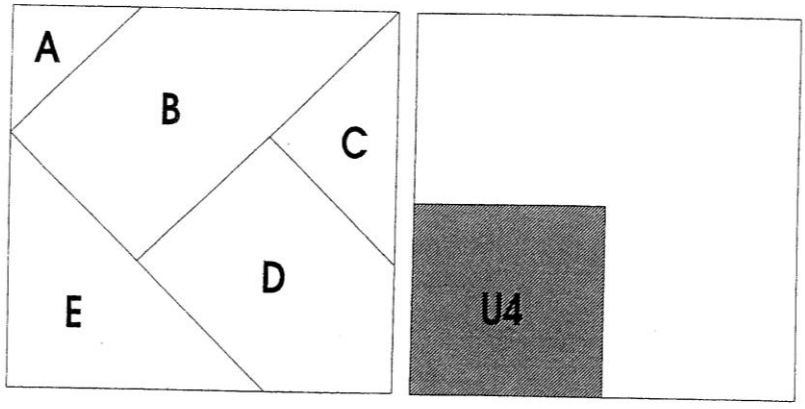
Annexe 3

Le Sphinx



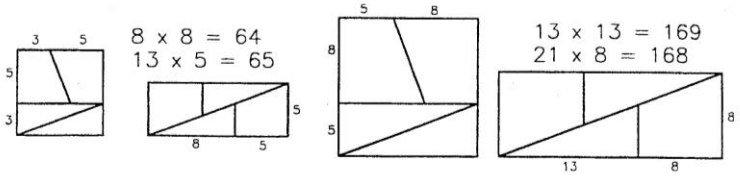
Annexe 4

Le puzzle



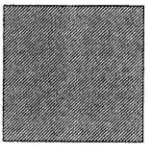
ANNEXES 5 et 6

Annexe 5



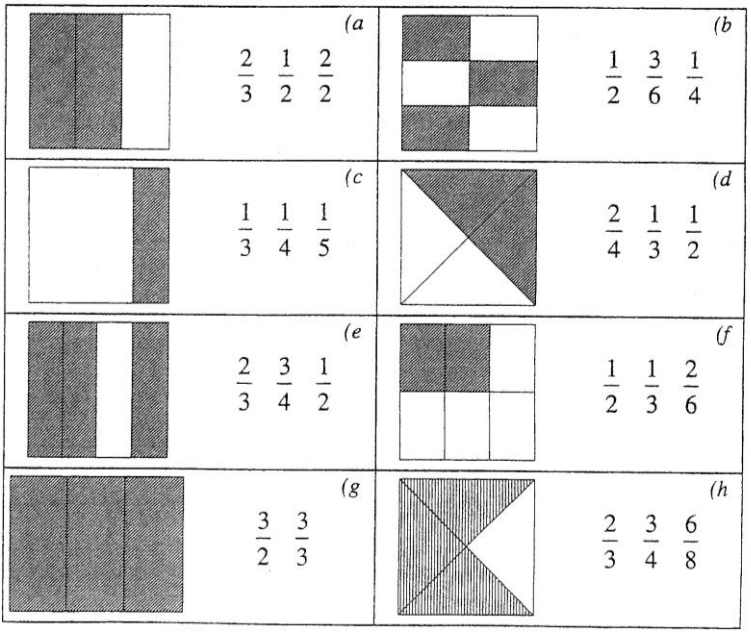
Annexe 6

(extrait de *"La machine à partager"*, publication de l'IREM de Rouen)



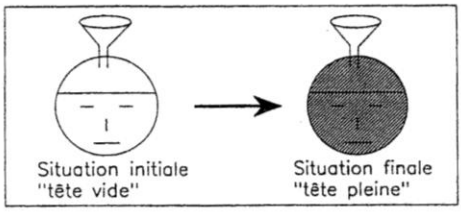
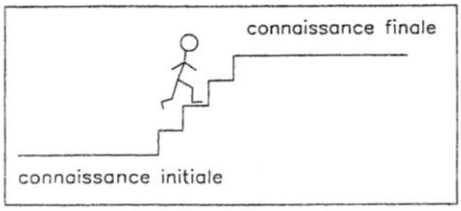
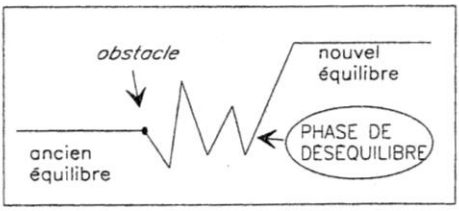
Voici la surface étalon. L'aire hachurée est 1.
A toi d'entourer les "bonnes fractions" qui indiquent l'aire hachurée.

Attention aux pièges !



ANNEXE 7

Annexe 7

CONCEPTIONS DE L'APPRENTISSAGE	STATUTS DE L'ERREUR
CONCEPTION DE LA TÊTE VIDE  ***limite*** : entre le sens du message communiqué et le sens que l'élève lui donne il y a une énorme différence.	L'ERREUR EST RÉVÉLATRICE D'UN DYSFONCTIONNEMENT. ELLE EST SYNONYME D'ÉCHEC (POUR L'ÉLÈVE ET POUR LE PROFESSEUR) IL FAUT SUPPRIMER L'ERREUR A TOUT PRIX. ON RÉEXPLIQUE. SI L'ÉLÈVE FAIT TROP D'ERREURS, IL REDOUBLE. AINSI IL AURA DE NOUVELLES RÉEXPLICATIONS
CONCEPTION DES PETITES MARCHES  ***exemple*** : enseignement programmé (EAO, dérivé de la PAO) ***limite*** : savoir faire les tâches intermédiaires ne signifie pas savoir faire l'intégralité de la tâche	DANS CETTE CONCEPTION, L'ERREUR DOIT ÊTRE ÉVITÉE ET SI ELLE SE PRODUIT, LES CONNAISSANCES DE L'ÉLÈVE NE SONT PAS REMISES EN CAUSE, MAIS C'EST LA PROGRESSION PROPOSÉE QUI NE CONVIENT PAS : LA MARCHE EST TROP HAUTE.
LE CONSTRUCTIVISME  1) C'est en agissant qu'on apprend 2) L'élève est au centre de l'action pédagogique 3) Il faut qu'il y ait remise en cause des connaissances antérieures pour qu'il y ait progrès 4) Il est souvent indispensable de provoquer des conflits socio-cognitifs.	L'ERREUR N'EST PLUS UNE FAUTE. QUAND UN ÉLÈVE APPREND, IL EST NORMAL QU'IL FASSE DES ERREURS. S'IL NE FAIT PAS D'ERREUR, IL N'APPREND PAS, IL SAIT DÉJÀ. L'ERREUR EST UN MOYEN POUR L'ENSEIGNANT DE MIEUX CONNAÎTRE LES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES. L'ENSEIGNANT DOIT CONVAINCRE L'ÉLÈVE QUE SES ERREURS L'INTÉRESSENT.

ANNEXE 8

PRINCIPAUX INDICATEURS D'EFFICACITÉ D'UNE SITUATION D'APPRENTISSAGE
(pour une première analyse rapide en cours de réalisation)

1. La gestion du temps scolaire

- **Temps d'intervention** du maître (temps d'enseignement) : il devrait **diminuer.**
- **Temps de recherche** de l'élève (temps d'apprentissage) : il devrait **augmenter.**

2. Le degré de liberté de l'élève

- **L'enfant met-il en oeuvre ses propres procédures** ou se contente-t-il de suivre mécaniquement les procédures suggérées par le maître.
  Il devrait y avoir davantage de procédures différenciées de la part des élèves.

3. Le rôle de l'erreur

- Le maître permet-il son expression ou la sanctionne-t-elle ?

Les **erreurs** devraient être **considérées positivement** par le maître (comme le reflet des représentations des élèves).

4. La validation

- Le fait de l'enseignant ou une **rétroaction** de l'élève ?
  On devrait constater que la situation proposée est autovalidante ou que les procédures des enfants sont validées au cours d'une interaction entre pairs ou d'un débat scientifique entre différents groupes.

La validation ne devrait jamais être le fait de l'enseignant.

Annexe 9

RÔLE DE L'ADULTE AU COURS DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une séance

- Il peut *rappeler* aux enfants la *tâche* à accomplir.
- Il peut leur *montrer* ce qu'ils *savent déjà faire* en réactivant, au besoin, leurs *connaissances de niveau inférieur* (connaissances mobilisables).
- Il peut dispenser des *encouragements* (rôle affectif).
- Il peut les *aider* à s'organiser, à *organiser* leurs recherches, à bien les présenter...
- Lorsque les opinions sont divergentes, il peut *provoquer un débat* et il doit alors l'animer.

En début de séance

- Il doit rappeler ou faire *rappeler le contenu de la séance précédente.*

En fin de séance

- Toute séance devrait se terminer par un retour rapide sur ce qui a été vécu et sur ***l'état des travaux en cours***, travaux qui vont éventuellement se poursuivre au cours d'une séance suivante *("histoire de la classe").*

Annexe 10

La situation-problème d'apprentissage
(séquence d'apprentissage)

Construction de la situation d'apprentissage

Un objectif obstacle.

Face à cet obstacle :

- quelles sont les procédures initiales (P.I.) observées ? Évaluation diagnostique
- quelles sont les procédures finales (P.F.) caractéristiques du franchissement de l'obstacle (champ conceptuel) ? Le but à atteindre est d'obtenir la production des P.F. par l'apprenant.
- si P.I. = P.F. l'apprentissage a déjà eu lieu.

Une situation avec des variables de la situation : il faut repérer les variables didactiques (celles qui auront une influence sur les procédures des élèves) au cours d'une analyse a priori.

Leurs modifications obligeront l'élève à passer de P.I. à P.F.

Différentes étapes

Remarque : une étape n'est pas une séance scolaire, une séquence d'apprentissage peut être constituée de plusieurs séances.

1. Appropriation

- La tâche doit être réussie avec les P.I. (connaissances anciennes de niveau inférieur).
- Cela permettra à l'élève de bien intégrer la tâche à réaliser. Il est souhaitable que celle-ci soit auto-validante. On est ici au stade de la compréhension des consignes de travail.

2. Apprentissage

- Fixation des contraintes (les changements de valeur de certaines variables didactiques). Elles devraient obliger l'apprenant à ne plus utiliser ses P.I. (inopérantes maintenant) pour inventer les P.F.

3. Évaluation

- Avec un dispositif semblable, mais un travail individuel : il faut pouvoir constater que dès la fixation des contraintes l'enfant utilise les P.F.

La boîte du pâtissier

Marie-Lise Peltier- Catherine Houdement- Denis Butlen

Extrait de Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques – Colmar 1993.

Cet article est la présentation d'une situation en formation initiale ou continue. A partir d'une activité de fabrication de pliage d'une boîte parallélépipédique, il est possible de pointer les concepts didactiques de situation, de dialectique outil-objet, de variable didactique.
L'idée de cette activité est tirée de la brochure « Aides pédagogiques CM Situations Problèmes, P.103 (APMEP 1988) ».

Objectifs

Objectifs didactiques

1 - Mettre en évidence quelques concepts de didactique (situation didactique, dialectique outil-objet, variable didactique, dévolution...)

2 - Analyser des processus de recherche, montrer l'importance
- du cheminement personnel
- de la confrontation
- de la validation interne comme moteur de la recherche (le fait de pouvoir évaluer soi-même son travail permet de continuer si nécessaire la recherche sans nouvelle intervention du maître).

Objectifs mathématiques

1 - Revenir sur le vocabulaire géométrique et sur l'étude d'objets géométriques du plan et de l'espace.

2 - Modéliser une situation.

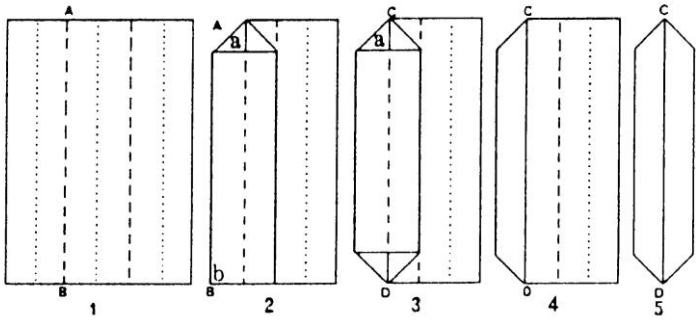
ACTIVITÉ

Les étudiants résolvent le problème mathématique, puis visionnent le document vidéo[1] relatant la résolution dans une classe de CM.

[1] Cette vidéo est disponible à l'I.U.F.M. de Haute-Normandie, Département audio-visuel, B.P. 18, 76131 Mont-Saint-Aignan Cedex

La séquence est menée avec des objectifs mathématiques pour que les étudiants vivent la situation côté élève et comparent leurs réactions et leurs procédures de résolution à celles d'élèves de CM.

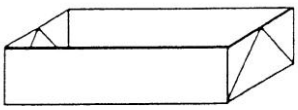
Phase 0
Apprentissage du mode de construction de la boîte



Consigne
"Construisez une boîte à partir d'une feuille rectangulaire de format A4 en suivant les instructions de pliage (P) suivantes :

1) faites apparaître les cinq plis (équidistants) indiqués;
2) pliez suivant AB et réalisez les pliages du coin (a);
3) réalisez dans le coin (b) les mêmes pliages qu'en (a);
4) pliez selon le pli en creux CD;
5) effectuez les mêmes actions dans la partie droite de la feuille : vous obtenez la figure 5;
6) il reste à ouvrir la boîte et à marquer les plis des arêtes. "

Remarque
On obtient deux boîtes de formes différentes suivant que l'on plie sur la longueur ou sur la largeur de la feuille A4.



Phase 1
Les boîtes à fond carré

Organisation

Par groupes de 3 ou 4 après une indispensable recherche individuelle de 5 minutes.

Consigne 1

"Construisez en suivant les instructions (P) une boîte à fond carré, puis rédigez une affiche relatant la recherche, la méthode retenue, les conclusions que vous en tirez en précisant les dimensions de la feuille qui vous sert au pliage. II est important que vous notiez tous les essais, même ceux qui n'ont pas abouti. "

Procédures observées chez les étudiants

Faire le pliage à partir d'une feuille carrée ;

Mesurer les dimensions de la boîte presque carrée obtenue en phase 0 et enlever la différence sur la longueur, puis sur la largeur.

Déplier la boîte construite dans la phase 0 et étudier les plis.

Construire un carré au centre d'une feuille et le compléter par les bandes nécessaires à la construction par pliage.

Dessiner sur le fond d'une boîte déjà construite un carré, déplier la boîte et construire par translation les bandes nécessaires pour la construction.

Remarques

Les procédures sont analogues à celles observées chez des enfants de CM2 confrontés à la même consigne.

Une consigne supplémentaire ("construisez la boîte à fond carré la plus grande possible à partir de la feuille A4") peut être proposée aux groupes ayant terminé la première tâche plus tôt (**gestion du temps).**

Mise en commun

Les affiches sont exposées devant la classe entière et commentées par leurs auteurs. Le professeur laisse exposer les groupes, sans prendre position ; il n'y a donc pas nécessairement de conclusion générale du type : "pour obtenir une boîte à fond carré de côté x, il faut partir d'une feuille de dimensions 2x, 3x."

Consigne 2

"Construisez une boîte dont le fond est un carré de 6 cm de côté, donnez les dimensions de la feuille servant au pliage en précisant celle suivant laquelle

vous pliez. Proposez une généralisation : quelles sont les dimensions de la feuille permettant de construire une boîte dont le fond est un carré de côté x ? "

Remarque

Une consigne supplémentaire pour **la gestion du temps** peut être : "construisez des boîtes à fond carré gigognes"

Synthèse

Cette synthèse permet de généraliser les procédures permettant une bonne construction et d'institutionnaliser" pour construire une boîte à fond carré de côté x, on peut partir d'une feuille rectangulaire de dimensions 2x et 3x et plier selon la longueur".

Phase 2

Conditions d'existence des boîtes.

I1 s'agit ici de relancer la recherche sur la liaison entre les dimensions de la feuille de départ et celles de la boîte obtenue.

Consigne 1
"De quelle feuille peut-on partir pour construire une boîte de fond 6 cm sur 13 cm ?"

Consigne 2
"Quelles sont les dimensions de la boîte obtenue en pliant une feuille 15x32 suivant la largeur ?"

Consigne 3

"Élaborez un tableau de valeurs numériques correspondant aux différentes boîtes construites pendant la recherche de la phase 1. Soulignez la dimension selon laquelle vous pliez."

Rectangle de départ	Dimensions du fond de la boîte	

Consigne 4
"Construisez une boîte de fond 8 cm sur 14 cm et de hauteur 5 cm."

Synthèse

Le tableau ci-dessous se trouve complété avec une nouvelle colonne, la hauteur de la boîte.

On formule une condition sur la hauteur pour qu'on puisse construire une boîte de fond de dimensions x et y et de hauteur h : "la hauteur de la boîte est toujours la moitié de l'une des dimensions du fond".

Phase 3

Extension du champ numérique, vers une modélisation algébrique

Consigne 1

(travail par groupe)

"Proposez une stratégie pour pouvoir répondre rapidement aux deux types de questions suivantes :

(1) à partir de la donnée des dimensions d'une feuille rectangulaire et de la dimension selon laquelle on plie, dites si l'on peut construire une boîte et donner les dimensions de la boîte obtenue,

(2) à partir des dimensions d'une boîte réalisée, donnez les dimensions de la feuille rectangulaire utilisée et la dimension selon laquelle on plie.

Rédigez un message expliquant (ou présentant) votre méthode."

Nous proposons le déroulement suivant :

• Donner une première série de questions, par exemple :

(1) "On dispose d'une feuille de dimension 12 et 17 cm, on plie suivant la largeur, obtient-on une boîte ? Si oui, quelles sont ses dimensions ? On plie suivant la longueur, obtient-on une boîte ? Si oui, quelles sont ses dimensions ?

(2) Trouvez les dimensions de la feuille permettant de construire une boîte de dimensions 12x15 et de hauteur 6 cm."

• Faire échanger les messages groupe à groupe.

• Redonner une nouvelle série de questions des types (1) et (2). Terminer par une question du type : *"à partir d'une feuille f, on obtient une boîte b, on prend une feuille F obtenue en doublant une des dimensions de f, on construit une boîte B ; donnez les dimensions possibles de la boîte B en fonction de celles de la boîte b ".*

• Laisser les groupes discuter deux à deux pour mettre au point leur message.

Synthèse

• Afficher les différents messages et les réponses aux questions qui sont posées.

• Comparer les procédures du point de vue de leur pertinence, de leur efficacité, de leur lisibilité, du cadre dans lequel elles sont rédigées (tableaux de nombres, écritures littérales, écritures fonctionnelles, textes en français...).
• Conclure

1 - Si on connaît les dimensions de la boîte (fond x et y, hauteur x/2), on obtient les dimensions de la feuille par la fonction

$$f : \begin{array}{ccc} R^2 & \rightarrow & R^2 \\ (x, y) & \rightarrow & (3x, x+y) \end{array}$$

2 - Si on connaît les dimensions de la feuille x et y que l'on plie suivant x :

$$g: \begin{array}{ccc} R^2 & \rightarrow & R^3 \\ (x, y) & \rightarrow & \left(\frac{x}{3}, y - \frac{x}{3}, \frac{x}{6}\right) \end{array}$$

Cette phase peut éventuellement être prolongée par la recherche suivante.

Consigne 2

"Recherchez les conditions sur les dimensions x et y de la feuille pour que l'on puisse obtenir une boîte en la pliant suivant x. "

Synthèse

- Si x < y, le pliage est toujours possible.
- Si x > y, le pliage n'est possible que si x < 3y (lien avec l'ensemble de définition de la fonction g).

Phase 4

(facultative) : relance vers des consignes avec contrainte sur le volume.

Exemples de consignes

Quelles feuilles choisir pour construire

- une boîte à fond carré contenant exactement 1/2 litre ?
- une boîte cubique contenant exactement 1 litre ?
- une boîte ayant un volume de 160 cm^3 ?"

Phase 5

Visionnement du film "la boîte du pâtissier"

I1 s'agit dans cette phase d'étudier les procédures des élèves de CM et de mettre en évidence le rôle de l'erreur.

ANALYSE DE L'ACTIVITÉ

Analyse mathématique

Cette situation permet :

- de faire des rappels de géométrie, notamment sur le vocabulaire ;
- d'élaborer un codage fonctionnel, utile comme outil de prévision : les fonctions f et g ont permis la généralisation.
- de travailler sur le raisonnement : les étudiants et les élèves de CM émettent des hypothèses, valident ou invalident ces hypothèses, mettent en évidence des erreurs de raisonnement du type : *"si je pars d'un rectangle, j'obtiens une boîte à fond rectangulaire, donc si je pars d'un carré, j'obtiens une boîte à fond carré."*

Analyse didactique

1 - Description de la situation

Il est possible de décrire les différents moments importants de la situation :

- la phase de dévolution,
- le type de consignes : courtes mais prétexte à des recherches poussées,
- la tâche de l'élève : production d'un objet soumis à des contraintes, possibilité de validation interne,
- le rôle de l'erreur : elle apparaît ici très positive car elle permet d'avancer soit en éliminant les hypothèses invalides, soit en les modifiant pour les rendre valides ;
- l'institutionnalisation possible à plusieurs moments :
    - sur des points méthodologiques,
    - sur le raisonnement,
    - sur les notions mathématiques.

2 - Quelques concepts de didactique

Conditions pour qu'un problème puisse être source d'apprentissage (mises en avant dans cette situation) :

- l'énoncé a du sens pour les élèves ;
- le problème est consistant (la réponse n'est pas évidente) ;
- l'élève comprend ce qu'est une réponse au problème ;
- il peut s'engager, dès la fin de la consigne, dans des procédures de résolution ;
- il peut en contrôler lui-même les effets.

Phases d'une situation didactique

Il est possible de pointer dans cette situation les phases :

• d'action,
• de validation,
• de formulation et de communication,
• d'institutionnalisation,
• de réinvestissement.

Dévolution

La phase 0 permet à l'élève d'apprendre le procédé de construction des boîtes et donc d'être libéré des difficultés matérielles pour la suite.

Dans la phase 1, réaliser effectivement l'objet et vérifier si la contrainte est obtenue motivent sa recherche.

Dialectique outil-objet

Elle fonctionne ici sur le savoir savant "fonction de $R^n \rightarrow R^p$ ".

En effet, ces fonctions interviennent comme outils implicites dans les phases 1 et 2. La phase 3 permet d'expliciter cet outil, de l'utiliser pour prévoir d'autres constructions, pour anticiper l'action. Une phase supplémentaire permettrait d'étudier les fonctions de R^n dans R^p en tant qu'objets, mais ceci est en dehors des objectifs de la formation mathématique des instituteurs.

Le fonctionnement **outil-objet** de la notion de fonction dans cette situation permet d'illustrer l'esprit des mathématiques :

- d'abord une **résolution locale**, suffisante dans un premier temps,
- puis une nécessité de **généralisation**, comme outil de prévision,
- enfin la puissance de la **modélisation** pour anticiper, pour résoudre en une seule fois une famille de problèmes isomorphes.

Les changements de cadres : nous avons constaté que certains étudiants ne mobilisaient jamais d'outils algébriques, ils pouvaient rester dans des cadres numérique ou géométrique. La situation n'impose pas forcément ces changements de cadres, ils doivent être sollicités par le professeur.

Les changements de cadres (passage d'un cadre géométrique à un cadre algébrique) peuvent être à la charge du professeur, ce sont les consignes suivantes qui peuvent les provoquer : phase 1 consigne 2 (généralisation), phase 3 consigne 1 (nécessité de rapidité et de communication).

Variables didactiques

Le professeur explicite les variables qu'il a utilisées et ses choix.

Le fait d'imposer ou non la hauteur de la boîte à construire (phases 2, consignes 1 et 2) influe sur la manière dont les étudiants prennent en compte les résultats antérieurs.

Le fait de demander une boîte constructible ou non dans une feuille A4 (phase 3, consigne 1) n'est pas neutre. En effet si la boîte demandée ne peut être effectivement construite, les procédures de constat et de tâtonnement se trouvent bloquées et les étudiants passent à des procédures de prévision, donc cherchent à modéliser la situation.

I1 aurait aussi été possible de ne pas imposer le nombre de lignes de pliage dans le mode de fabrication de la boîte (par exemple, plier en 10 au lieu de plier en 6) ; ce nombre est donc une variable didactique, non prise en compte dans cette séquence, parce qu'elle peut induire une recherche du type de pliage à faire, au lieu d'une étude des dimensions de la feuille à plier.

Contrat

Il est possible de faire prendre conscience aux étudiants qu'ils ont fait fonctionner les règles d'un contrat implicite, par exemple :

- un problème posé à l'école a toujours une solution (cf. phase 2, consigne 2),
- on ne rédige que "la bonne solution" (cf. phase 1, consigne 1).

D'où la nécessité

- d'être attentif et vigilant aux effets de contrat,
- d'expliciter le plus souvent possible le contrat, notamment par le choix de consignes appropriées.

La vache et le paysan

Hervé Péault

Extrait de Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques- Cahors 1991.
Cet article présente un compte rendu d'activité menée en formation initiale et continue.
A partir de la résolution d'un problème, les participants sont invités à se convaincre mutuellement de la justesse de leurs solutions. L'activité et le débat qui suit permettent d'aborder les thèmes de la résolution de problèmes, de la démonstration, de l'analyse des erreurs, ainsi éventuellement que celui des situations additives.

Contexte

J'ai utilisé 5 ou 6 fois cette activité, en formation initiale et en formation continue, sur une durée de 2 h ou 3h.
Elle me semble être une bonne activité introductive dans le cadre d'une formation. Elle permet de soulever divers points de didactique, notamment les problèmes de formulation d'une argumentation, de validation par la démonstration, d'analyse et de compréhension des erreurs ... Ce peut en outre être un support intéressant pour l'étude d'une typologie des situations additives.

Particularité

Le problème de départ a ceci de particulier qu'il paraît très simple mais qu'il est fréquent que les gens trouvent des solutions erronées sans qu'il soit pour autant toujours facile d'en montrer la fausseté.

Le Problème

"Un paysan se rend au marché. Il achète une vache 5000 F. Il la revend 6000 F. Se ravisant, il la rachète 7000 F. Il la revend de nouveau 8000 F.
A-t-il gagné de l'argent, et dans ce cas combien ? A-t-il perdu de l'argent, et dans ce cas combien ? Ou n'a-t-il rien gagné ni perdu ?"

Déroulement

Les lignes générales de ce déroulement sont annoncées avant l'énoncé du problème.

1) Chacun cherche seul pendant 5 à 10 minutes.

2) Chacun, tour à tour, indique sa conclusion. Les différentes solutions sont notées au tableau, sans, commentaires avec le nombre de personnes les ayant retenues.

3) Un représentant de chacune des solutions expose son argumentation (plusieurs si d'autres estiment avoir procédé différemment), de préférence en notant sur le tableau. Les autres peuvent poser des questions, mais uniquement pour chercher à comprendre l'argumentation, en évitant d'opposer des objections.

4) Sondage : pour chacune des solutions, on demande combien sont convaincus de sa justesse.

5) Pour chacune des solutions qui ont été proposées, la parole est à ceux qui veulent contre-argumenter.

6) Nouveau sondage sur les convictions quant aux solutions proposées.

7) Les échanges continuent, jusqu'à ce que tous s'estiment convaincus de la justesse de l'une des solutions mais aussi de la fausseté des autres (ou jusqu'à une heure fixée si cette condition n'est pas remplie...)

8) Débat didactique sur l'activité elle-même.

Remarques

a) J'annonce dès le départ que je n'interviendrai à aucun moment sur la validité des argumentations, que ce n'est pas moi mais les autres qu'il faut convaincre et que je ne fais que diriger le débat pour permettre à chacun de s'exprimer.

L'engouement des participants est en général assez fort et il est quelquefois difficile de canaliser le flot des argumentations et contre-argumentations.

b) L'activité "tombe" si tout le monde trouve d'emblée la solution correcte. Cela ne m'est jamais arrivé (j'avais prévu, dans cette éventualité, de semer le doute en présentant moi-même une solution erronée), mais ce n'est sans doute pas à exclure.

(Pour n participants dans un groupe, le nombre de solutions correctes trouvées du premier coup a varié entre *n/4* et... *n-1*; dans ce dernier cas, la personne isolée s'est défendue avec acharnement...)

Exemple de propositions

Le tableau ci-dessous donne, à titre d'exemple, l'évolution des convictions (le plus large éventail que j'ai obtenu) à l'intérieur d'un groupe de 17 instituteurs, particulièrement animé.

colonne A : propositions après recherche individuelle.
colonne B : convictions après exposé des premières argumentations.
colonne C : convictions après exposé des premières contre-argumentations.

	A	B	C
Ni gain ni perte	5	3	1
Gain de 1000 F	6	1	1
Gain de 2000 F	5	5	11
Gain de 3000 F	1	0	0
Ne sait pas	0	8	4

Dans un autre groupe est apparue aussi au départ l'affirmation "*ça dépend de la somme initiale dans son portefeuille*". Cette affirmation revient d'ailleurs souvent dans les autres groupes, au cours des argumentations.

Exemples d'argumentations

Voici un résumé simplifié des argumentations les plus fréquemment apparues :

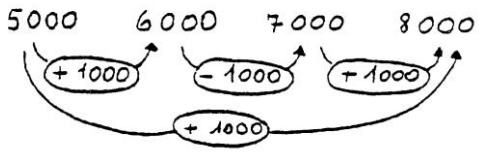
"Ni gain ni perte"

- "gain de 1000 F entre premier achat et première vente, gain de 1000 F entre deuxième achat et deuxième vente, perte de 2000 F entre le premier et le second achat, donc solde nul. Les bénéfices de 1000 F sont annulés par l'augmentation de 2000 F d'un achat à l'autre. "

- "8000 F - 6000 F = 7000 F - 5000 F. Même différence entre les prix d'achat et de vente, donc ni gain ni perte."

"Gain de 1000 F"

- "entre premier achat et première vente, gain de 1000 F; entre première vente et second achat, perte de 1000 F ; entre second achat et seconde vente, gain de 1000 F ; bilan : gain de 1000 F".
- même raisonnement s'appuyant sur un schéma du type :



"Gain de 3000 F"

- Il y a un état initial et un état final comparables (il arrive sans vache, il repart sans vache). Peu importent donc les étapes intermédiaires. II achète 5000F au départ et vend 8000 F à la fin. D'où un bénéfice de 8000 F - 5000 F = 3000 F.

"Perte de 3000 F"

- "Argent engagé : 5000 F. Première transaction : gain de 1000 F. Deuxième transaction : gain de 1000 F. Solde : 1000 + 1000 - 5000 = -3000"

"Gain de 2000 F "

- gain de 1000 F à la première vente, gain de 1000 F à la deuxième vente, donc gain total de 2000 F
- il a dépensé 5000 F + 7000 F = 12000 F ; il a encaissé 6000 F + 8000F = 14000 F; gain de 2000 F
- supposons qu'il ait 7000 F en poche. II achète 5000 F, il lui reste 2000 F ; il vend 6000 F, il a donc 8000 F ; etc..
- comme la précédente avec présentation sous forme d'un cahier de comptabilité avec les rubriques "report caisse", "recettes", "dépenses", "caisse".

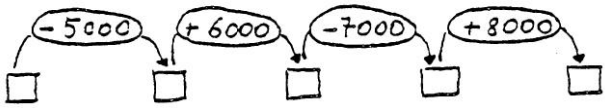
Remarques sur les argumentations

Les suppositions sur l'argent initial en poche ont entraîné une discussion sur la légitimité d'une telle supposition. C'est souvent à l'occasion de ce débat que des participants proposent de simuler la situation (il y en a toujours un prêt à jouer le rôle de la vache...) avec de la monnaie de papier ou aussi avec un carnet de chèques pour montrer l'indépendance par rapport à l'avoir initial. Jusqu'à ce que quelqu'un propose d'appeler "*x*" cet avoir initial et effectue un calcul littéral.

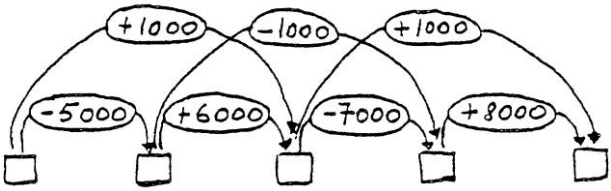
Le plus souvent, les participants sont assez vite persuadés que la solution "gain de 2000 F est la bonne, mais en avouant qu'ils ne voient pas ce qui cloche dans l'exposé de la solution "gain de 1000 F" ; et l'essentiel du débat d'argumentation vise à montrer que les argumentations voulant prouver un gain de 1000 F sont fausses. Ceux qui pensent l'avoir compris essaient de convaincre les autres mais en revenant le plus souvent à une autre argumentation montrant la justesse de la solution "gain de 2000 F" et la question est sans cesse reposée : "*Ça, on voit bien, mais on ne voit toujours pas ce qui ne va pas dans l'argumentation pour le gain de 1000 F".*

Une contre-argumentation a eu un effet sur une partie du public, mais sans convaincre tout le monde *: " il suffit de considérer que la première fois il a acheté une première vache, et que la seconde fois c'est une autre vache ; ça ne change rien au problème, mais ça montre qu'il n'est pas légitime de prendre en compte une perte de 1000 F entre la première vente et le second achat".*

Les difficultés à rejeter la solution "gain de 1000 F viennent essentiellement d'une confusion entre "états" et "transformations". Une seule fois quelqu'un a emporté la conviction de tous en proposant un schéma du type



et en interprétant la solution « gain de 1000 F » comme une composition erronée de transformations :



Prolongement didactique

- Lorsqu'on décide d'arrêter pour ne pas dépasser l'heure fixée (je prévois en général 1 heure avec une tolérance d'une petite demi-heure supplémentaire, "jusqu'à la pause" pour les séances de 3 h) et que des participants doutent encore, ils me demandent toujours de prendre position. J'ai choisi dans ce cas de présenter la classification des situations additives de G. VERGNAUD[1], à charge pour eux, s'ils le jugent utile, de reprendre le problème en le resituant dans cette typologie. Il me semble que ce problème pourrait être un bon support pour une étude plus détaillée des situations additives.

> J'essaie de mener un débat à partir des questions :
> *"que pensez-vous de cette activité ?"*
> *"comment analysez-vous l'évolution de vos convictions ?"*
> *"était-il nécessaire que je ne prenne pas position sur le fond ?"*
> *"plus généralement comment concevez-vous l'activité de résolution de problème dans la classe ?"*

[1] Vergnaud et al., « Le moniteur de mathématiques – Résolution de problèmes », Livre du maître, Nathan, 1997.

... et de celles qui sont posées par les participants, comme celle-ci qui arrive chaque fois :

"que doit-on exiger comme rédaction de la part des enfants ?"...

C'est l'occasion d'exprimer voire de développer des idées telles que :

- faire des mathématiques c'est d'abord résoudre des problèmes
- le rôle du conflit socio-cognitif
- la non linéarité de l'apprentissage et l'existence de phases de régression
- la démonstration est au cœur de l'activité mathématique
- dire à quelqu'un qu'il se trompe et lui indiquer une bonne solution est inopérant si on ne l'aide pas à prendre conscience de ses erreurs.

Ce denier point, avec les instituteurs en FC, fait en général surgir des exemples et des questions : "*J'ai tel élève, j'ai beau lui expliquer, il ne comprend pas telle chose et fait toujours les mêmes erreurs*...". Nous n'apportons pas en général de réponses simples à ces questions, mais le lien avec l'expérience vécue sur le problème précédent aide à accréditer l'idée que les erreurs ne sont pas forcément des marques de paresse ou d'inintelligence et que leur traitement passe par leur analyse et leur compréhension.

Le conflit socio-cognitif en formation des maîtres

Alain Kuzniak

Extrait de Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques – Pau 1992.

L'auteur s'interroge sur la possibilité d'utiliser le conflit socio-cognitif en mathématiques et en formation des enseignants. Il présente une gestion de ce type d'activité à partir de la même situation que dans l'article précédent et envisage certains problèmes utilisables dans ce cadre.
Il conclut sur l'importance déterminante du professeur dans la gestion cognitive de la situation.

Cet article tente d'amorcer une réflexion sur la possibilité d'utiliser le conflit socio-cognitif dans la formation des maîtres en mathématiques. L'introduction de cette notion a été faite avec deux objectifs partiellement contradictoires :

1) Présenter aux étudiants cette forme particulière de gestion de groupe et d'apport de connaissances qu'est le conflit socio-cognitif. Dans cette optique la mise en situation suivie d'une analyse réflexive semble une façon naturelle de sensibiliser les formés à la notion enseignée.

2) Etudier du point de vue du formateur la pertinence de séances d'apprentissage des mathématiques pour des adultes basées sur le conflit socio-cognitif.

Présentation de l'activité

Le conflit socio-cognitif n'est pas, en tant que tel, un mode de transmission des connaissances, mais diverses études, notamment celle de Perret-Clermont[1], semblent avoir montré l'efficacité des apprentissages liés à la confrontation d'idées contradictoires sur un même phénomène. Le conflit va naître de la rencontre d'un modèle intériorisé par le sujet avec un modèle différent proposé par autrui. L'étude précitée indique que cette confrontation favorise l'évolution du modèle le plus rudimentaire sans faire régresser le plus évolué.

.

Manda Zaleska[2] développe la complexité de la question en plaçant sa réflexion dans le cadre des phénomènes d'influence dans un groupe et elle étudie notamment le rôle des différents *leaderships*. Ainsi elle indique que la décision prise par un groupe, même sur des problèmes uniquement cognitifs, dépend

[1] Perret-Clermont: La construction de l'intelligence in l'interaction sociale- Lang. 1979
[2] Introduction à la psychologie sociale, Larousse, 1972, Tome 2. pages 80 et sq.

souvent de facteurs autres que la simple preuve rationnelle. Par exemple le statut des intervenants, leur assurance ainsi que le temps de prise de parole sont des éléments déterminants.

En formation des maîtres, une façon de faire prendre conscience de la nature et de l'importance du conflit socio-cognitif consistera pour le formateur à bâtir une séance basée sur ce type de confrontation.

L'idée pédagogique est donc la suivante :

1) Créer un conflit socio-cognitif avec les étudiants.
2) Expliciter l'objectif de la séance et faire prendre conscience du conflit.
3) Réfléchir ensuite à une application éventuelle dans les classes élémentaires.

Ce canevas indique bien la place de cette activité dans les stratégies homologues.

Avant de mettre en place la séance, il faut réfléchir à deus questions importantes pour la mise en oeuvre : sur quelle notion faire porter le conflit, et comment organiser la séance ?

1) Le savoir qui va servir de prétexte au conflit

II n'est pas évident de trouver en mathématiques des situations propres à créer un conflit socio-cognitif entre étudiants. Les exemples que l'on rencontre fréquemment dans la littérature pédagogique sont issus de la biologie ou de la physique qui favorisent les représentations erronées, comme on le sait bien depuis Bachelard[3]. De plus, certains points semblent faire obstacle à la naissance d'un conflit enrichissant :

• L'expérience que l'on peut avoir d'un concept est très dépendante de l'enseignement reçu et rares sont les conceptualisations spontanées. Le conflit restera donc très localisé à l'intérieur d'un même cadre de réflexion.

• Les discussions possibles risquent d'être limitées faute d'une modélisation suffisante ou peuvent être rapidement tranchées par un expert qui sera ici le membre du groupe qui aura dominé la notion.

• Enfin reste latente la crainte chez le formateur que tous les formés aient le même avis, éventuellement faux, sur le problème posé. Ce qui supprime de fait toute idée de conflit et abrège brutalement la séance.

Ces différents points et surtout le dernier m'ont conduit à choisir comme source du conflit un problème qui avait déjà montré son efficacité.

Il s'agit de l'exercice classique suivant :
Un maquignon achète un cheval 6000 F, il le revend 7000 F. Un peu plus tard il rachète ce cheval 8000 F et le revend 9000 F. Combien a-t-il gagné?

[3] Bachelard : La formation de l'esprit scientifique, Vrin, 1969.

Mania Zaleska attribue ce problème arithmétique d'apparence fort simple à deux chercheurs américains Maier et Solem[4]. L'intérêt de ce problème est de susciter des réponses très variées, très fréquemment fausses, et ceci de façon indépendante de l'auditoire.

2) L'organisation de la séance.

M. Zaleska a proposé cet énoncé à deux auditoires très différents : d'une part des étudiants en sciences humaines et d'autre part des élèves d'écoles professionnelles possesseurs uniquement du certificat d'études. Pour évaluer l'efficacité de la discussion entre individus, elle suit un protocole expérimental classique en psycho-sociologie. Les élèves résolvent d'abord individuellement le problème par écrit. Elle forme ensuite des petits groupes de trois ou quatre personnes n'ayant pas fourni la même réponse. Ces groupes sont isolés et observés par la chercheuse. A la fin de discussion, limitée à quinze minutes, le groupe doit fournir une réponse commune.
Dans son étude, à la fin de la phase individuelle, 27 % des élèves des écoles professionnelles et 34 % des étudiants ont fourni la bonne réponse. La différence est donc peu importante. Par contre, la suite des résultats diffère radicalement : le travail de groupe augmente le nombre d'erreurs chez les élèves d'écoles professionnelles, alors que chez les étudiants, le taux de réponses correctes croît significativement. Cette remarque conduit ensuite la chercheuse à affiner l'observation des groupes en discussion et à remarquer que c'est l'assurance et la longueur de l'argumentation des individus qui entraînent l'adhésion du groupe. Ainsi l'assurance verbale semble décisive même dans un problème parfaitement vérifiable de type déductif.

Cette expérience laisse perplexe sur la nature exacte du conflit socio-cognitif et notamment sur le rôle du savoir dans ce type de situations de groupe. II est donc important de conduire une séance sur ce thème pour juger de l'intérêt de ce phénomène dans une perspective de formation.

J'ai donc effectué un cours sur ce thème en suivant une organisation très semblable à celle proposée par M. Zaleska mais insérée dans une séance de classe et non plus dans un protocole expérimental. Ce qui oblige notamment à déterminer les groupes assez rapidement.

3) Déroulement de la séance

1)Je distribue une feuille à chaque étudiant avec l'énoncé suivi de cette question : que peut-on dire des affaires du maquignon ? II faut choisir parmi les cinq propositions de réponse suivantes :

il a perdu 1000 F
il est quitte
il a gagné 1000 F

[4]The contribution of a discussion leader to the quality of group thinking: the effective use of minority opinion in Hum. Relation. 1952.5.277-288

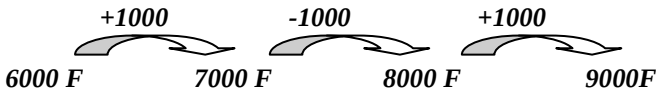
il a gagné 2000 F
il a gagné 3000 F

Ces propositions sont choisies parmi les réponses fournies en général à ce problème, excepté la première qui vise simplement à déterminer le rôle éventuel d'affirmations données a priori par le professeur.

2) Après avoir ramassé les feuilles, je répartis les étudiants par groupes réunissant des options différentes. En fait, je me laisse le temps de regarder les feuilles et de procéder à cette répartition pendant que les étudiants travaillent sur une deuxième feuille à trois exercices que je présenterai plus loin. Après une quinzaine de minutes, les groupes présentent leur solution à l'ensemble de la classe.

J'ai réalisé, sous cette forme, la même séance avec deux classes de stagiaires de deuxième année. Tout d'abord, il faut remarquer le nombre important d'erreurs. A la suite de la phase de conflit, huit groupes sur onze ont fourni la bonne réponse. Deux groupes (dans la même classe) ont proposé 1000F. Enfin un groupe de la deuxième classe a penché pour 2000F mais ne voyait pas pourquoi 1000F était faux.

L'argument très fort mais hélas faux des tenants de 1000F a été présenté sous forme d'un schéma représentant de façon erronée la composition des diverses transformations:



Ce mode de résolution respecte la forme usuelle de présentation de la composée d'applications. Cette solution acquiert ainsi un fort degré de plausibilité auprès des étudiants.

L'argument en faveur de la proposition 2000F qui a emporté l'adhésion du plus grand nombre d'étudiants a pris la forme d'un bilan financier :

	Dépenses	Recettes
	6 000 F	7 000F
	8 000 F	9 000F
Total	14 000 F	16 000F

d'où le bénéfice de 2000 F.

Cet argument convainc tous les étudiants que 2000 F est une bonne solution. Cependant il n'élimine pas la première solution et certains défenseurs de la proposition 1000 F de gain ont été amenés à poser l'existence, qu'ils jugeaient eux-mêmes absurde, de deux solutions. Il est donc très difficile d'exclure cette réponse fausse confortée, comme je l'ai signalé, par la représentation institutionnelle sous forme d'opérateurs[5].

[5] Pour d'autres types de réponses voir H. Péault : *La vache et le paysan* dans ce même tome.

Deux tentatives d'explicitation peuvent être essayées :

1) On peut faire rapprocher ce problème et le suivant qui ne pose aucune difficulté.

Un maquignon achète un cheval blanc 6000 F et le revend 7000 F. Puis il achète un cheval noir 8000 F et le revend 9000 F. Quel est son gain ?

C'est la voie indiquée par J.F. Richard[6] qui cite le problème du maquignon comme un exemple de difficulté liée à la formulation. En fait, cette remarque n'explique pas l'erreur commise car d'une certaine façon toute formulation renvoie à une représentation et le problème consiste plutôt à comprendre pourquoi celle-ci plutôt qu'une autre.

2) Dans cette optique. une deuxième voie consiste à observer l'importance du cadre temporel dans cet énoncé. En effet l'action se déroule sur un temps relativement long et les étudiants en difficulté semblent avoir du mal à procéder à une décontextualisation temporelle. En suivant la chronologie, on peut remarquer qu'au moment du deuxième achat le maquignon a effectivement dépensé beaucoup d'argent pour ce cheval, qu'il est en attente de gain mais que pour le moment il est débiteur. On peut alors aider les étudiants en leur demandant d'évaluer ce débit, ils trouvent alors facilement 7000 F. A partir de là, ils en déduisent le bénéfice final de 2000 F. Dans les deux classes, cet argument seul paraît avoir été efficace auprès des derniers étudiants sceptiques.

Cependant, il faut remarquer que lors de ces deux explicitations, nous sortons du conflit socio-cognitif entre pairs pour retomber dans la situation classique d'un conflit de savoir entre l'étudiant et le professeur. La phase précédente n'aura de fait servi qu'à expliciter les difficultés rencontrées par certains étudiants.

Comme je l'ai indiqué plus haut, j'avais posé également avec la même présentation trois petits problèmes. Le temps donné aux étudiants pour effectuer leur recherche me permettait de procéder à l'observation des réponses au problème du maquignon et à la programmation des différents groupes de discussion. Ces exercices étaient bâtis à partir d'erreurs fréquentes des enfants, ce qui pouvait laisser présager un certain nombre de désaccords au niveau des adultes.

a) Ces nombres sont-ils des nombres décimaux?

0,5	oui	non	?
2	oui	non	?

[6] Psychologie française, novembre. 1981, page 229.

$\frac{3}{2}$	oui	non	?
3,14	oui	non	?
$\sqrt{2}$	oui	non	?
$\frac{1}{3}$	oui	non	?

b) Quel classement dans l'ordre croissant de ces nombres vous semble correct ?

4	4,05	4,6	4,35	4,402
4	4,6	4,05	4,35	4,402
4	4,05	4,35	4,402	4,6

c) On double tous les côtés d'un triangle, son aire est-elle alors multipliée par :

2 3 4

On double le rayon d'un cercle, l'aire du disque est-elle alors multipliée par :

2 3 4

Je n'ai pas utilisé les deux premiers exercices pour mettre en place un conflit. En effet pour le premier, il s'agit simplement de connaître la définition d'une notion. L'activité aura permis aux étudiants de constater la grande variété de leurs avis sur le sujet. Ceci les a ensuite fortement motivés pour écouter, mais pas nécessairement pour retenir, la bonne définition. Quant au deuxième exercice, il a été parfaitement résolu (et c'est heureux!) par tous les stagiaires.
Le troisième exercice a présenté beaucoup plus d'intérêt, d'abord à cause des résultats obtenus, et ensuite grâce aux débats auxquels il a donné lieu.

4) Autres exemples de mise en conflit

De nombreuses occasions de faire fonctionner le conflit apparaissent à l'occasion de petits problèmes portant sur des notions mal connues des étudiants, je cite simplement deux exemples que j'ai eu l'occasion d'utiliser avec la même organisation que précédemment.

Une jeune mère de famille nombreuse, cadre dans une entreprise de confiserie, bénéficie de 30 % de réduction sur ses trajets en train. Elle a payé 150 F un aller-retour Evreux-Paris. Elle cherche le prix d'un billet à tarif entier, ceci afin d'obtenir un remboursement plus important de la part de son employeur. Pouvez-vous l'aider ?

Dans les propositions de solution figure la solution, erronée mais très fréquente, obtenue en ajoutant 30% de 150 F à 150F.

On suppose qu'une ficelle entoure la terre le long de l'équateur. On allonge cette ficelle de 10 mètres et on la tend au dessus de la terre de façon à la garder circulaire. A quelle hauteur (environ) faut-il la soulever ?

[1,6mm 1,6cm 1,6dm 1,6m]

Cet exercice basé sur la contradiction entre l'intuition et la réalité démontrée mathématiquement m'a semblé plus proche du gadget pédagogique faisant plaisir au professeur que d'un réel apport de connaissances sur le sujet. Cette affirmation vaut à mon avis pour de nombreux paradoxes où le conflit cognitif n'existe pas vraiment parmi les stagiaires.

Conclusion

Nous avons signalé les nombreux problèmes que pose la notion de conflit socio-cognitif pour l'émergence d'un savoir mathématique.

La plupart du temps le conflit entre pairs n'apporte que quelques éléments de la solution. La discussion reste située au sein du même cadre de modélisation mathématique qui se révèle parfois insuffisant et ce blocage entraîne parfois une résolution du conflit plus sociale que cognitive.

Ce phénomène éclaire le rôle fondamental du maître, expert et non simple animateur, dont la tâche consistera à dénouer cognitivement le conflit.

On pourra préciser aux étudiants que la résolution de certains problèmes n'est pas d'ordre démocratique (on ne vote pas pour choisir le résultat) ou d'ordre autocratique (loi du plus fort) mais réfère à une logique de la preuve de type démonstratif.

En ce sens le conflit pratiqué dans un groupe peut servir de mise au point sur la pratique mathématique et sur la problématique de la preuve en ce domaine.

Enfin la mise en conflit d'adultes sur des problèmes mathématiques permet une prise de conscience des différences de raisonnement entre individus, elle augmente la motivation et assure une bonne dévolution du problème si l'on évite, comme je l'ai indiqué précédemment, les problèmes pièges.

Les gestes professionnels des professeurs d'école débutants, leur acquisition en formation initiale

Denis BUTLEN

Extrait du Cahier du Formateur, Tome 1- Perpignan 1997.

Cet article présente une analyse des gestes professionnels des professeurs d'école débutants, une typologie de certaines régularités observées est établie autour de six critères. Quelques réflexions sur les modes de construction et d'acquisition de ces gestes professionnels sont données en conclusion.

1. INTRODUCTION

1-1. Notre problématique

Cet exposé porte sur l'analyse de pratiques de professeurs d'école débutants, plus précisément de pratiques de professeurs d'école stagiaires de seconde année de formation initiale, observées lors de différents stages : stage de pratique accompagnée ou stage en responsabilité.

Ces travaux ont pour origine, une série de questions de formateurs.

Un travail de rationalisation de pratiques de formateur a précédé cette recherche. Il s'agissait, pour moi comme pour beaucoup de collègues, de réfléchir à des dispositifs visant à améliorer la formation initiale des futurs professeurs d'école.
Les travaux de A. Kuzniak, C. Houdement comme ceux de M.L. Peltier analysent les contenus de formation comme les stratégies des formateurs. Il nous est paru indispensable de dépasser ce stade et de nous intéresser aux pratiques effectives des professeurs en formation pour en cerner certaines caractéristiques et si possible pour mieux comprendre comment elles se constituent et comment elles évoluent au cours de cette formation.
Nous sommes partis d'une première hypothèse, issue de notre expérience professionnelle de formateur : on ne peut pas adopter le même point de vue, la même approche pour analyser les pratiques des enseignants de mathématique que celle mises en œuvre pour analyser les pratiques des élèves apprenant des mathématiques. L'approche utilisée pour comprendre comment les étudiants en formation font des mathématiques (en tant qu'élève) et modifient à cette occasion leurs conceptions sur les mathématiques ne peut être reproduite telle quelle pour étudier la manière dont ils font faire des mathématiques à leurs élèves.
Cela nous amène à penser que l'on ne forme pas au métier d'enseignant de mathématiques comme on forme les élèves à l'apprentissage des mathématiques.

Nous avons donc essayé d'enrichir nos analyses, pour diagnostiquer puis concevoir des situations de formations mieux adaptées.

Notre but est donc :

1- D'extraire, spécifier, hiérarchiser, découper pendant la classe des actions (ce qui peut être vu, entendu par une observation) précises qui sont isolables, partagées par plusieurs individus (régularités dans les pratiques) et qui caractérisent plutôt les débutants.
2- D'étudier, en nous appuyant sur l'hypothèse que ces pratiques peuvent s'acquérir en formation ou du moins, si elles préexistent, peuvent être fragilisées et même modifiées, comment accélérer cet apprentissage.

L'idée générale qui est à la base de cette étude est donc la suivante : les professeurs d'école débutants font en général pendant la classe des actions maladroites qui fragilisent leur enseignement, les fatiguent, les rendent moins efficaces.

De ce fait, il apparaît important d'essayer de les repérer avec précision afin d'essayer d'accélérer leurs transformations en actions "confirmées".
Nous avons été amenés à dépasser ces questions de formation et à nous inscrire dans une problématique de recherche.

Ces travaux sont en cours. Ils se proposent :

1- De contribuer à une modélisation des pratiques de professeurs d'école en formation, plus particulièrement en cernant les modalités de mises en actes de leurs projets d'enseignement.
Nous avons été amenés à distinguer, comme Aline Robert[1], plusieurs composantes dans les pratiques : une composante "en amont de la classe" (correspondant pour aller vite au projet global ou limité de l'enseignant), une composante en termes de "mises en actes", correspondant soit à des actes élémentaires (écriture au tableau, ton de la voix, supports utilisés, etc.) ou à des mises en actes plus globales.
Nous avons retenu le terme de gestes professionnels pour décrire les modalités selon lesquelles un enseignant singularise et conduit effectivement, en temps réel, son projet, interagit avec ses "vrais" élèves, adapte plus ou moins consciemment ses préparations en fonction de la conjoncture, prend des décisions instantanées... Ces gestes correspondent donc à la seconde composante décrite ci-dessus.
2- De cerner certaines régularités dans les pratiques et dans leurs mises en actes
3- D'analyser plus précisément les situations de formation qui contribuent directement à la constitution, à l'amélioration des pratiques des futurs enseignants.

[1] A.Robert (1996), Cahier DIDIREM n°26

4- De préciser plus largement les conditions dans lesquelles se transmettent, s'acquièrent, se construisent les pratiques, et les gestes.
5- De s'appuyer sur ces résultats et sur les acquis de la didactique des mathématiques (théorie des situations et dialectique outil-objet notamment) pour optimiser un apprentissage professionnel.
Avant de décrire le dispositif que nous avons mis en place pour observer ces pratiques, nous nous devons de préciser ce que nous entendons par gestes professionnels.

1-2. Des gestes professionnels liés à un enseignement mathématique

Existe-il des gestes professionnels du professeur d'école qui sont spécifiques d'un enseignement de mathématiques ? Ou sont-ils tous transdisciplinaires ?

Nous pouvons déterminer au moins deux types de gestes professionnels : des gestes transdisciplinaires et des gestes plus spécifiquement attachés à un enseignement de mathématiques.
On peut s'appuyer sur certaines conceptions « naïves », notamment sur l'expérience des formateurs, pour commencer à définir ces gestes.

Ce sont des aspects plutôt techniques des pratiques professionnelles
- souvent implicites, voire automatisés
- rarement décrits ou du moins, ils le sont sans référence à un contenu d'enseignement,
- maîtrisés avec l'expérience professionnelle,
- dont une mauvaise maîtrise risque d'entraîner des difficultés dans la gestion de la classe ou un accroissement de fatigue (dû à un investissement personnel plus important durant le cours).

Compte tenu du caractère polyvalent du métier de professeur d'école, compte tenu de la nature pluridisciplinaire de certains apprentissages effectués à l'école élémentaire, on peut penser qu'une part importante de la fonction de professeur d'école échappe à (ou dépasse) une définition prenant directement en compte les contenus à enseigner. On peut donc penser qu'il existe des gestes transdisciplinaires.
Ces gestes professionnels non disciplinaires ou transdisciplinaires devraient concerner :

- la gestion globale du temps : organisation de la journée, de la semaine, répartition effective entre les temps de travail, d'écoute, d'inaction, de détente, répartition des différentes disciplines...
- la gestion des interventions métacognitives de l'enseignant non attachées à un contenu, voire stimulant d'éventuels transferts ou généralisations (en particulier la gestion de la cohérence de ces interventions),

- la gestion des moments de transition entre différents enseignements disciplinaires,
- la communication dans la classe (règles générales de travail, apprentissage du travail en groupe...).

Ces gestes ne sont pas directement ceux auxquels nous comptons nous intéresser. En effet, il semble intéressant de cerner d'autres gestes plus liés à un enseignement de mathématiques, voire à l'enseignement d'un contenu mathématique et d'analyser comment les premiers se manifestent et éventuellement se précisent à travers un enseignement de contenus.
Nous faisons l'hypothèse qu'il existe des gestes marqués par un enseignement disciplinaire. Pour cela, nous nous appuyons sur des observations que nous avons pu faire à propos des pratiques de maîtres confirmés, mais aussi sur les "erreurs" de gestion que nous avons pu constater chez de nombreux professeurs débutants.

2. DESCRIPTION DE NOTRE DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Nous avons mis au point plusieurs dispositifs visant à analyser les pratiques des PE stagiaires.
Nous essayons de mieux cerner les gestes professionnels des stagiaires à travers trois types d'analyse.

1- L'observation et l'analyse de séquences menées par des professeurs débutants dans des conditions de stages variés (pratique accompagnée, en responsabilité).

2- L'analyse du discours de différentes catégories de formateurs lors des visites de stage.

Nous analysons en particulier les entretiens qui suivent une visite entre le PIUFM de mathématiques et le stagiaire.

Notre but ici est multiple :
- repérer, dans le discours du formateur basé sur une analyse à chaud de la prestation observée, les régularités éventuellement détectées avec le premier type d'analyse afin de confirmer nos résultats,
- analyser ce type de situations de formation, sa place, sa fonction et son impact sur la formation initiale actuelle des P.E. Nous avons été amenés en particulier à préciser, en utilisant notamment les travaux sur la structuration du milieu de G. Brousseau et C. Margolinas[2], les positions respectives occupées par les différents acteurs de la situation : formateur, professeur stagiaire, élèves...

[2] G.Brousseau (1989), « *Le contrat didactique, le milieu* », RDM 9.3, La Pensée sauvage, Grenoble. C. Margolinas (1995), « *La structuration du milieu* », Les débats de didactique des mathématiques, Annales 93.94.

- préciser certaines normes régissant les actions des formateurs mais aussi celles des professeurs stagiaires. Les informations que nous pouvons tirer de ces analyses dépendent non seulement des points de vue épistémologiques, didactiques, éthiques des formateurs observés mais aussi de nos propres conceptions sur ces questions. Afin de prendre, en tant que chercheur le maximum de précautions, il nous paraît indispensable de cerner les normes éventuelles qui sous-tendent les prises de positions et les jugements susceptibles d'être exprimés.
Un deuxième type de dispositif (inspiré de l'éthnométhodologie) nous permet de compléter ces éventuelles normes : analyse à chaud, à partir d'une vidéo, de formateurs (4 ou 5 formateurs différents, rassemblés ou non).

3- La construction de situations visant à améliorer une formation professionnelle, centrées sur l'observation et l'analyse des pratiques des professeurs débutants mais s'appuyant en amont, comme justifiant en aval, une formation intégrant un enseignement d'éléments de didactique des mathématiques (avec le sens que nous donnons à ce terme dans la communauté organisée autour de l'Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques).
Nous ne détaillerons ici que les résultats issus du premier dispositif, confirmés, pour une grande part, par notre analyse des discours des formateurs.

3. QUELQUES RESULTATS PORTANT SUR LES PRATIQUES DES PROFESSEURS D'ÉCOLE DEBUTANTS

Nous avons été amenés à dégager, pour cerner les gestes professionnels des débutants, six axes de singularisation de ce qu'Aline Robert[3] appelle donc des lignes d'actions, la première composante des pratiques professionnelles, ce que nous avons désigné ci-dessus sous le terme de projet de l'enseignant :

- les modes de gestion ou d'utilisation de matériels ou de supports pédagogiques,
- les modes de gestion simultanée de plusieurs variables didactiques,
- la dévolution du problème,
- la prise d'information sur les élèves,
- la gestion des phases de synthèse, de bilan, de correction et plus généralement des phases d'institutionnalisation,
- la gestion de certains équilibres.

3-1. Les modes de gestion (ou d'utilisation) de matériels ou de supports pédagogiques

Semble relever de cette catégorie tout ce qui concerne la gestion

[3] A.Robert (1996), « Une approche de la formation professionnelle initiale d'enseignants de mathématiques », Cahier DIDIREM n°26

- d'un matériel relativement spécifique de l'enseignement d'un contenu donné : objets "pédagogiques" à manipuler, supports divers,
- de l'espace dans la classe en fonction de la situation, du temps,
- du tableau, de différents supports pédagogiques (ordinateurs, rétroprojecteurs, manuels...).

Nous considérons ici les aspects les plus techniques du métier. Cet axe ne se situe pas au même niveau que les cinq autres. Nous le désignons quand même sous le même terme il nous semble très difficile de séparer aspects techniques et mises en actes plus globales.

Cette première catégorie de gestes professionnels, très techniques, est très souvent absente de la formation professionnelle "théorique" des professeurs d'école. Leur description est souvent laissée à la charge des conseillers pédagogiques qui déploient à cette occasion, un discours très technique. L'apprentissage semble se faire par observation, imitation et reproduction plus ou moins personnalisée.

Leur étude acquiert un statut "noble" à deux occasions seulement, lors :
- de l'étude de la notion de variable didactique (les supports cités ci-dessus sont alors vus comme un moyen efficace d'agir a priori sur les apprentissages),
- des essais de formation de type «micro-enseignement » où une analyse très pointue des effets de certaines gestions est souvent développée.

Bien que cet aspect de l'enseignement soit considéré comme important par les "formateurs professionnels" (PIUFM), il ne semble pas qu'il soit réellement intégré à leur enseignement, peut-être parce qu'ils ne savent pas comment le prendre en compte.

3-2. Les modes de gestion simultanée de plusieurs variables didactiques

La préparation d'une séquence de mathématiques nécessite de fixer a priori un certain nombre de variables de différents types.

Il semble exister des modes de gestion, implicites, de ces variables.
En particulier, les enseignants confirmés semblent les fixer a priori mais aussi gérer (adapter) automatiquement leurs valeurs, lors du déroulement de la séquence. Ils prennent évidemment en compte, pour cela, les divers documents ou supports pédagogiques disponibles (manuels) et s'appuient sur leur expérience professionnelle. Cette tâche est souvent implicite, rarement explicitée par le maître tuteur du stagiaire. C'est le cas notamment quand il s'agit de fixer, en même temps la taille des nombres et le temps laissé aux élèves lors d'un calcul.
La maîtrise de ce geste peut se révéler en particulier dans les adaptations improvisées lors du déroulement effectif de la séquence.

Pour illustrer les maladresses de beaucoup de professeurs stagiaires dans ce domaine, nous allons évoquer l'analyse que nous avons faite d'une activité de calcul de produits au CM2, elle porte en particulier sur la gestion simultanée et implicite, par un professeur stagiaire, de plusieurs variables : données numériques, forme de travail et temps accordé aux élèves pour la résolution (rythme de travail).
Il s'agit d'un professeur d'école stagiaire de seconde année qui conduit une séquence de mathématiques en présence de son professeur de mathématiques de l'IUFM effectuant une visite lors d'un stage de pratique accompagnée (tutelle).
La stagiaire a préparé la séquence avec l'Instituteur-Maître-Formateur, titulaire de la classe qui lui a donné le thème de la leçon, il lui a donné certaines indications mais n'a pas précisé les «détails». C'est justement ce contexte qui nous a permis ici de mettre en lumière un phénomène souvent repéré par ailleurs chez les débutants en stage.
La stagiaire propose dans un premier temps des exercices de calcul mental de deux types ; voici un exemple pour chacun :
- « 7 est diviseur de 42, donnez l'autre »...
- « Encadrez 78 par les deux multiples de 9 les plus proches »
Le domaine numérique ainsi exploré ne dépasse pas celui des traditionnelles tables de multiplication. Le temps consacré à ces exercices est raisonnable pour une activité de calcul mental.

Dans une seconde phase, la stagiaire propose un problème, à résoudre par écrit, dont le texte est le suivant :
« Avec 50 francs, combien de stylos bille à 9 francs peux-tu acheter ? »
Les procédures de résolution prévues font intervenir soit des décompositions multiplicatives et additives obtenues à partir du traitement de multiplications à trou, soit des encadrements à l'aide d'une exploration d'une liste de multiples et des productions d'écritures du type précédent.
Ainsi, les données numériques sont assez proches de celles des exercices précédents ; par contre la résolution est écrite et le temps laissé aux élèves est nettement supérieur (23 minutes contre 2 à 4 minutes précédemment).
Cette durée excessive et le recours à l'écrit conduisent les élèves à mobiliser des procédures peu économiques. Cette résolution laborieuse se termine par une démobilisation collective des élèves. Certains d'entre eux font des erreurs sans rapport avec l'habileté calculatoire manifestée précédemment. La durée consacrée à ce travail va aggraver encore la démobilisation et l'hétérogénéité des performances des élèves : certains élèves vont devoir faire un deuxième exercice, en attendant les autres, exercice qui va être corrigé collectivement alors qu'une partie des élèves n'a pas pris connaissance de son énoncé.
Le professeur stagiaire semble s'apercevoir du malaise lors du déroulement de la séance, mais elle se révèle incapable de remédier à la situation pour deux raisons sans doute indissociables : elle n'identifie pas les causes et elle s'accroche à sa préparation.
Un enseignant confirmé, comme le prouve le témoignage de l'IMF, aurait changé les valeurs des variables.

La réaction de la stagiaire est plutôt de l'ordre de "l'acharnement pédagogique", multipliant les explications, les questions sans réponses, créant des malentendus. Et ceci résulte d'un manque d'informations sur les performances effectives des élèves, d'un manque de références passées, d'une timidité devant tout changement par rapport à la préparation.
Elle ne s'autorise pas à réduire le temps (au détriment temporaire des élèves faibles), ou à changer la forme de l'activité (calcul rapide au lieu de résolution écrite standard).

3-3. La dévolution du problème

De manière assez unanime, les formateurs de professeurs d'école, qu'ils soient PIUFM ou IMF, soulignent les difficultés de gestion des phases de passation de la consigne.
Ils soulignent les maladresses des stagiaires. La dévolution ne se limite évidemment pas à la passation de la consigne mais cette dernière est souvent révélatrice des difficultés rencontrées.
Là encore, l'apprentissage semble se faire par monstration, reproduction accompagnée d'essais et d'erreurs répétés.
Il faut toutefois noter que les PIUFM essaient de prendre en charge le traitement de cette question à l'occasion de l'étude de vidéos (en temps réel ou montées), de l'étude de protocoles (plus rarement) et le plus fréquemment lors d'évocations de séances (épisodes racontés)...

En fait, nous nous sommes plus particulièrement intéressés à deux éléments : les différents types de passation ou de présentation de la consigne et la négociation de celle-ci, en particulier la négociation des contraintes prévues accompagnant la consigne.
Cela nécessite évidemment d'observer plus particulièrement ces phases, et d'analyser les distorsions enregistrées entre le prévu et le réel.
L'analyse des pratiques des débutants permet de relever trois types de difficultés fréquentes :
- négociation individuelle et à la baisse de la consigne (en particulier quand il s'agit d'élèves en difficulté),
- utilisation maladroite des supports pédagogiques classiques (polycopiés, livres) se caractérisant souvent par de longues paraphrases des questions posées dans le livre,
- perte de temps occasionnée par la volonté de faire inventer les consignes par les élèves.

Ces maladresses sont souvent le résultat de compromis mal compris entre une impossibilité à réellement dévoluer la tâche et la volonté de prendre en compte "l'idéologie dominante" de I'IUFM, souvent réduite à des slogans du type "tout doit venir de l'enfant", "il faut individualiser les apprentissages".

A cela s'ajoutent la prise en compte de la pression des élèves eux-mêmes, des problèmes de légitimité ou l'inexpérience technique...
Pour illustrer les trois derniers axes, nous ferons référence, très brièvement, à la conduite par un autre professeur stagiaire des phases de correction d'exercices de calcul mental. Pour la commodité de l'exposé, nous allons dans un premier temps résumer les résultats de nos différentes observations.

3-4. La prise d'informations sur les élèves

C'est une trivialité de dire que l'enseignant ne peut pas tout prévoir, qu'il doit prendre des décisions "à chaud" devant un imprévu, qu'il a des choix importants à faire à certains moments. Nous faisons l'hypothèse que ces choix ne sont pas aléatoires chez les professeurs confirmés et qu'ils sont effectués grâce à une prise en compte, souvent implicite et automatisée, d'éléments divers.
Les maîtres confirmés interrogés à ce sujet disent que ces choix ne sont pas toujours conscients et qu'ils prennent leurs décisions en s'appuyant sur leur expérience professionnelle, en particulier en se référant à :

- une typologie plus ou moins grossière de procédures ou erreurs ou performances déjà observées,
- des prévisions qu'ils peuvent faire sur le niveau de performances de leurs élèves. Ils semblent se référer là encore à des catégories d'élèves représentées par des prototypes, ils comparent grossièrement quelques élèves de leur classe à des élèves prototypiques. Nous reprenons ici l'idée développée par Tochon[4] : l'enseignant ne voit pas ses «vrais » élèves mais des prototypes d'élèves,
- différents déroulements observés précédemment,
- des sollicitations de certains élèves prenant facilement la parole.

En fait, les enseignants expérimentés ne prennent pas beaucoup d'informations sur les productions ou performances de leurs élèves, tout au plus, confirment-ils leurs prévisions en observant quelques élèves.

Le professeur débutant n'a pas cette expérience. Nous allons donc nous intéresser à la manière dont il gère ces imprévus. En particulier, comment il essaie de combler son manque d'expérience par une prise d'informations sur la classe.
En fait, nos analyses montrent qu'il est très souvent "prisonnier" des demandes individuelles des élèves. Lors des phases de recherche, il se laisse accaparer par les élèves en difficulté ou par la correction individuelle de chaque élève. Il ne pense pas à noter ce qu'il voit ou ne voit que superficiellement.
Il n'arrive pas à prendre le recul nécessaire pour mener une auto observation même partielle. Ce défaut s'explique par le fait qu'il agit et n'est donc pas disponible pour observer et aussi par la volonté de bien faire, d'aider les élèves, de prévenir les difficultés.

[4] Tochon (1993), « L'enseignant expert », Nathan, Paris

3-5. La gestion des phases de synthèses, de bilan, de correction, plus généralement d'institutionnalisation

Cette gestion dépend des informations dont dispose le maître et de son projet. Nous avons là encore observé la fréquence des témoignages des formateurs sur la difficulté de gestion de ces moments.
Nous pouvons faire des hypothèses semblables à celles listées plus haut concernant les modes de gestion des professeurs confirmés.

Les modes de gestion des professeurs débutants vont par contre prendre en compte d'autres facteurs :
- le déroulement prévu,
- les pressions exercées par les élèves (demandant par exemple de passer au tableau),
- les objectifs d'apprentissage de la séquence.

Nous avons essayé de cerner différents types de fonctionnement des professeurs stagiaires, nous allons en décrire quelques aspects dans la suite de cet exposé mais pour compléter notre analyse nous devons auparavant expliciter notre sixième axe d'analyse.

3-6. La gestion de certains équilibres

Nous essayons d'analyser comment les enseignants débutants gèrent certains équilibres.
Nous nous intéressons à la gestion de certains équilibres entre certitude et incertitude, entre plaisir et contrainte, entre recherche et sécurité, entre fidélité à une préparation et improvisation contrôlée, entre individuel et collectif.
Nous regardons ici le fonctionnement du maître à divers moments de la classe. En effet, cela concerne à la fois les prévisions effectuées (préparation), les prises d'informations, le temps de parole laissé aux élèves lors de différentes phases, les initiatives accordées, prévues, et plus généralement le degré et la nature de la participation des élèves aux formulations, validations et institutionnalisations des notions enseignées.
Pour illustrer ces quatrième, cinquième et sixième entrées, nous présentons la conduite par un professeur stagiaire des phases de correction d'exercices de calcul mental.
Pour analyser les interventions du professeur et des élèves, nous avons découpé leur discours en unités significatives de sens qui sont constituées par un groupement de mots ou de phrases, insécables, exprimant une seule idée.

Le maître se propose de corriger deux calculs effectués mentalement : « 3 x 8 et 3 x 7 ». Il semble poursuivre trois objectifs : tester la mémorisation de «la table de 3 », faire apparaître des moyens mnémotechniques pour la retenir et enfin

montrer aux élèves qu'il plus facile de retenir le résultat du produit que de le retrouver à l'aide d'une addition.
En fait dans les deux cas, nous constatons une gestion du dialogue entre l'élève interrogé et le maître qui conduit à un malentendu.

Ainsi, nous constatons dans la correction du premier calcul, une gestion des dialogues sous la forme de questions-réponses. L'élève n'a pas vraiment le droit à la parole, tout au plus peut-il s'inscrire dans le questionnement du professeur, il n'a pas vraiment l'initiative et ses interventions sont très courtes. Toutes les interventions d'élèves sont des réponses à des questions posées par le professeur.
L'enseignant interrompt fréquemment l'élève interrogé soit pour confirmer ou valider ses dires, soit pour guider, induire ses interventions.
Deux élèves se sont trompés, ces erreurs ne sont pas reprises, ces élèves ne sont pas interrogés par la suite.
Dans le second calcul, le maître interrompt immédiatement une amorce de débat entre quelques élèves, débat qu'il a sollicité mais qu'il a peur de ne pas maîtriser au risque de ne pas donner les explications nécessaires au seul élève qui semblait en avoir besoin.
Pour préciser les parts respectives prises par les élèves et le maître dans le dialogue, il suffit de compter la longueur et la nature des interventions de chaque partenaire.
Ainsi lors des corrections de chaque exercice, on compte 33 interventions du professeur et 28 interventions d'élèves mais la longueur des interventions sont très différentes : deux interventions d'élèves sur 28 comportent plus de six mots.

On peut penser que fréquentes interruptions (validations partielles, questionnement fermé, engagements à poursuivre, simples ponctuations) visent à réduire l'incertitude que le maître pressent dans les réponses des élèves. On peut aussi penser qu'elles veulent accélérer le rythme du dialogue, réduire le temps consacré au bilan.
Tout se passe comme si le fait d'interroger les élèves correspondait à un rite vide de sens. Pour ce maître, seul le professeur peut vraiment donner la bonne réponse. C'est sans doute un compromis entre les représentations de cet enseignant, les contraintes de la conduite de la classe, son statut de remplaçant, son manque d'expérience dans la conduite de bilan et enfin la représentation officielle de l'enseignement de l'IUFM (participation de l'enfant à la construction des savoirs).
Ce compromis amène le professeur stagiaire à gérer une caricature de participation des élèves aux phases de bilan.
Cela est d'autant plus étonnant que cette angoisse devrait être diminuée par le fait que l'exercice est correctement réussi et que les élèves interrogés sont des élèves, souvent volontaires pour répondre, ayant réussi le calcul ou ayant mémorisé les produits.
Tout se passe comme si le maître avait oublié cette donnée.

Cela amène des malentendus. L'élève, étant interrompu, essaie de deviner ce que veut le maître, il reconstruit et improvise une solution possible, cela peut le conduire à produire une erreur...
En voulant réduire le temps et l'incertitude, le professeur obtient souvent un résultat inverse : apparition d'erreurs, d'incompréhension... C'est le cas dans la correction du deuxième calcul où l'élève interrogé invente une autre méthode pour essayer de répondre au désir du maître et régresse à un calcul additif alors qu'il a fait appel à un fait numérique.
On peut aussi expliquer ces maladresses par le peu d'habitude à conduire un débat ou tout simplement un questionnement.

Si on peut déceler ici des maladresses de débutant, on peut là encore se demander si ce questionnement formel des élèves lors des phases de bilan n'est pas une pratique courante de professeurs d'école. Toutefois, ceux-ci évitent les malentendus, en écourtant le questionnement.
Nous constatons l'absence de prises d'informations, du moins consciente, chez les étudiants observés visant à préparer les phases de bilan ou de synthèse. L'institutionnalisation quand elle existe ne semble pas s'appuyer sur les actions et les productions des élèves bien que ce souci soit présent dans les préparations.
Nous avons vu que le stagiaire se laisse guider par les manifestations des élèves pour décider qui envoyer au tableau, qui interroger. Il semble subir la pression des élèves plutôt qu'agir de façon consciente et préparée.
Cela le conduit à chaque fois à vouloir canaliser les dires des élèves, à ne pas leur laisser la parole.
Cette prise d'informations n'est pas aisée, en effet elle nécessite de prendre du recul par rapport à la classe, elle doit sans doute être plus ou moins pensée à l'avance, elle doit s'appuyer sur une certaine connaissance des élèves et surtout, pour être assez complète, elle impose des moments de travail autonome des élèves.

Nous relevons une pratique courante : le stagiaire ne s'adresse qu'à un seul élève oubliant presque le reste de la classe. Certes, ce défaut existe chez les maîtres confirmés, mais ils arrivent plus facilement à instaurer des règles de vie dans la classe qui imposent, sinon une écoute attentive des autres élèves, du moins un calme relatif. C'est loin d'être le cas pour certains stagiaires.

L'analyse de trois entretiens menés par un même formateur avec trois stagiaires différents confirme la pertinence de ces axes notamment en ce qui concerne la gestion des variables didactiques, la gestion des phases de formulation et d'institutionnalisation, les prises d'informations et la gestion de certains équilibres.

4. QUELQUES REMARQUES ET PISTES DE TRAVAIL SUR LES CONDITIONS D'APPROPRIATION DE CES GESTES PROFESSIONNELS

Je termine cet exposé par quelques remarques sur les modes d'appropriation des gestes professionnels décrit ci-dessus.

Le professeur stagiaire précédent commet d'autres maladresses dans la deuxième partie de la séquence suite à un entretien avec le PIUFM lors de la récréation.
L'élément essentiel retenu par le stagiaire porte sur le temps de parole accordé aux élèves. Il ressort de l'analyse de cet entretien et de celui, très court, ayant suivi la seconde partie de la séquence que le stagiaire a voulu appliquer immédiatement ce qui lui a été signalé (laisser la parole aux élèves afin de faire expliciter les procédures mises en œuvre, de traiter les erreurs éventuelles).
C'est, d'après lui, cette volonté qui le conduit à mener la correction du problème posé par la suite. L'argument essentiel donné est le suivant : "*j'ai laissé parler les élèves, comme vous me l'avez dit. C'est pour cela que cela a duré si longtemps ! "*.
Nous assistons ici à une tentative maladroite de tenir compte de remarques contextualisées (l'explicitation des procédures a été signalée à propos d'activités de calcul mental) par la mise en œuvre d'un compromis dangereux entre la nécessité institutionnelle de laisser parler les élèves et la volonté de réduire au maximum l'incertitude ainsi créée. Ce mauvais compromis se traduit par un malentendu accru entre les élèves et le professeur. Notons que ce malentendu risque, à terme, de l'amener à opter définitivement pour un mode de gestion fermé car plus confortable. C'est d'ailleurs ce qui semble ressortir du dialogue qui a suivi cette seconde prestation.
Cette interprétation mécanique de conseils, souvent constatée lors d'entretiens, montre bien le défaut d'une formation trop rapide, basée essentiellement sur des observations à chaud et partielles. L'impossibilité matérielle de décrire, de façon suffisamment riche, les pratiques observées amène sans doute le formateur à caricaturer ses remarques, à ne pas séparer les différents niveaux de son exposé et le formé à ne retenir que les aspects superficiels du discours du premier.

Ici, laisser parler les élèves, va revenir à les forcer à expliquer la multiplication 18 x 1 pour déterminer le prix d'un objet coûtant 18 F. Les élèves ne peuvent pas le faire, d'où un "acharnement pédagogique" du maître, des décalages importants et, à court terme, le risque d'un refus de prise en compte des arguments avancés.
Là encore, nous voyons que pour être pertinent ce type d'action de formation doit pouvoir au moins s'appuyer sur un faisceau cohérent d'observations, sur un niveau minimal de connaissances "théoriques" sur les procédures des élèves et sur des aller-retour fréquents entre ces différents aspects de la formation.
Ces remarques nous ont conduit, dans d'autres travaux, d'une part à essayer de modéliser certaines situations de formation, les visites en particulier, d'autre part à tester un dispositif de formation visant à optimiser un apprentissage de pratiques se faisant pour une grande part par compagnonnage (observation,

imitation, reproduction plus ou moins maladroite et appropriation de gestes professionnels) s'appuyant sur un enseignement d'éléments de didactique des mathématiques et sur l'observation et l'analyse des pratiques effectives des débutants.

Conduite d'un entretien avec un professeur stagiaire PE2 lors d'une visite dans le cadre d'un stage en responsabilité

Denis Butlen - Gabriel Le Poche

Extrait des Cahiers du Formateur, Tome 2 -Tarbes 1998.

Il s'agit de l'analyse d'un entretien conduit par un PIUFM (confirmé) lors d'une visite à un professeur stagiaire. Ce dernier a conduit une séquence de mathématiques durant un stage en responsabilité dans une classe de CE2 d'une école située dans un quartier plutôt défavorisé. L'analyse des participants à l'atelier porte à la fois sur la séquence menée par la stagiaire, sur des scénarios possibles d'entretien et sur l'entretien effectivement conduit.

Introduction

C'est atelier a pour but d'échanger à propos des visites effectuées lors des stages de responsabilité des PE2 stagiaires. Il s'inscrit dans la prolongation de l'atelier effectué au stage précédent[1] sur l'analyse de pratiques professionnelles. Il s'agit d'analyser une séquence de mathématiques conduite par un stagiaire PE2, d'échanger sur cette analyse à chaud et sur les principaux points à développer lors de l'entretien. La seconde partie de l'entretien est consacrée à l'analyse du contenu et de la structure de l'entretien d'un formateur avec le stagiaire observé.

I. Présentation de la séance par la stagiaire PE2

Les collègues prennent connaissance d'extraits d'une bande vidéo : une stagiaire PE2 conduit une séance de mathématiques en présence d'un PIUFM de mathématiques lors de la première partie d'un stage en responsabilité. La séance se déroule dans une classe de CE2 d'une école située dans un quartier populaire. La séance comporte une partie consacrée à des activités de calcul mental et une partie consacrée à la résolution de problèmes additifs et soustractifs.

a) La séance de calcul mental

Le calcul mental : les calculs à effectuer sont les suivants : 3 + 1 = ? 2 + 3 = ? 3 + 5 = ? 4 + 2 = ? 6 + 2 = ? 7 + 3 = ? 4 + 5 = ? 6 + 4 = ? 8 + 3 = ? 9 + 5 = ?
La mise en œuvre est basée sur le procédé Lamartinière. Un seul élève semble

[1] Nous renvoyons le lecteur à la contribution de D. Butlen et G. Le Poche publiée dans les actes du stage des nouveaux formateurs en IUFM de Perpignan, 1998.

rencontrer systématiquement des difficultés (Anthony) ; les autres élèves réussissent pratiquement tous les exercices proposés. Le professeur stagiaire interroge souvent Anthony et essaie de lui faire prendre conscience de ses erreurs. Cette partie dure 12 minutes.

b) La résolution de problèmes additifs et soustractifs

Les participants à l'atelier disposent de la préparation de la stagiaire (voir annexe 1), seuls quelques extraits sont visionnés mais le planning et le contenu des périodes manquantes sont résumés par les formateurs. Pour décrire cette activité, nous l'avons découpée en épisodes.

Premier épisode (10 min) : Le professeur stagiaire introduit le problème n°1 à l'aide d'une simulation s'appuyant sur une boîte où elle met des cubes : *dans cette boîte, il y a 8 cubes. J'ajoute des cubes mais je ne vous dis pas combien. Voilà, c'est fait. Maintenant, il y a 12 cubes dans la boîte. Combien en ai-je rajouté ?*
Pendant que les élèves cherchent la solution sur leur cahier d'essai. La maîtresse retourne (au bout de 2mn 15s) le tableau où figurent des énoncés de problèmes correspondant aux calculs :

• + 3 = 8 10 + • = 20 15 – 5 = • – 3 = 8
24 - • = 10

Quels sont les énoncés ?
Un élève lit l'énoncé à haute voix du premier problème. Les élèves continuent à chercher certains manifestent leur plaisir et déclarent que c'est très facile. Certains élèves commencent à résoudre les autres exercices proposés.

Deuxième épisode, correction de l'exercice n°1 (6 min 30 s) : après avoir refermé le tableau, la maîtresse demande à un élève sa solution (comptage avec les doigts). Jéremy se trompe et explique de façon très confuse sa procédure. Un élève déclare avoir fait une addition à trou.

Troisième épisode, résolution et correction du troisième énoncé (3 min environ) : une simulation est faite avec la boîte lors de la correction. Un élève propose une solution.

Quatrième épisode, résolution du quatrième problème (2 min environ) : celle-ci est accompagnée d'une simulation avec la boîte.

Cinquième épisode, résolution et correction du cinquième problème (3 min environ) : le signe moins est utilisé par un élève et repris par la maîtresse.

Sixième épisode, résolution et correction du sixième problème (5 min environ)
Une vérification est faite à l'aide de la boîte. Les élèves sont plutôt agités à cette étape.

NB : la résolution et la correction se font très rapidement sans que la maîtresse s'assure de savoir si les élèves résolvent le problème à ce moment ou l'ont résolu auparavant.

II. Analyse de la séance par les participants à l'atelier

Les participants à l'atelier doivent par groupe (comportant à la fois des nouveaux et des anciens formateurs) rédiger leur réponse à la question suivante : quels sont les principaux points sur lesquels vous feriez porter l'entretien qui suit la visite ? Comment construire (a priori) l'entretien ?

Cet exercice est évidemment un peu formel dans la mesure où il est difficile de prévoir les réponses et interventions éventuelles du professeur stagiaire et leur prise en compte par le formateur. Cela permet toutefois d'échanger sur les pratiques des formateurs, sur l'analyse qu'ils font de la situation et sur leurs conceptions de l'entretien.

Les textes rédigés dans chaque groupe figurent en annexe n°2.
Chaque groupe expose son point de vue. Un échange suit cette présentation.

Essai de synthèse des productions

Voici certains points soulevés par les groupes[2] :
- Pertinence, utilité, objectif d'un exercice.
- A quoi sert la boîte ? Plus généralement a quoi sert le matériel utilisé ?
- Quel est le degré de formalisation attendu ?
- Démarches mise en œuvre (et prévue) pour la mise en commun des procédures.
- Prise en compte des productions (démarches) des élèves.
- Prise en compte du passé et des compétences des élèves.
- Gestion de la validation « matérielle ».
- Gestion de l'élève en difficulté.
- Gestion de la continuité des activités proposées dans la même séquence.
- Erreur de contenu « tout relève-t-il du + » ?
- Gestion de l'espace classe, disposition des tables.
- Gestion du tableau (réservé au maître).
- Gestion du temps de résolution des élèves.
- Pas d'explication des démarches effectives des élèves.
- Pas de prise en compte de ses réponses dans la correction.

[2] Les procédures des différents groupes se trouvent dans le tome 2 des Cahier du Formateur, Tarbes, 1998.

III. Analyse de l'entretien d'un PIUFM de mathématiques confirmé et du PE2 stagiaire.

1. Méthodologie d'analyse

Afin d'analyser cet entretien, les animateurs présentent un découpage possible en épisodes correspondant à des contenus différents.
Cette étude se base sur une méthodologie d'analyse a priori de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques de professeurs d'école débutants.
Elle permet notamment de distinguer dans le discours du formateur les parties qui relèvent plutôt de :

- l'analyse à chaud effectuée par le formateur,
- l'analyse effectuée par le formé,
- l'évaluation de la prestation,
- des conseils donnés par le PIUFM. Ces derniers peuvent concerner plusieurs domaines : le projet du stagiaire ou la mise en œuvre de la séance.

Après avoir proposé aux participants de visionner certaines parties de l'entretien, les animateurs de l'atelier proposent un découpage de l'entretien selon ces différents critères. Ce découpage est commenté en s'appuyant sur le protocole[3] écrit de l'entretien qui a été distribué aux participants (voir annexe n°3).

Plusieurs niveaux d'entretien qui peuvent être imbriqués semblent caractériser l'intervention du PIUFM.
On peut distinguer en particulier :

- Des épisodes où le stagiaire analyse sa prestation, expose ce qu'il a vécu. Cela peut l'amener à envisager des changements dans le déroulement prévu ou effectif de la séquence, des prolongements ultérieurs ou des activités spécifiques visant à réduire certaines difficultés manifestées par les élèves.
Cette auto-analyse est souvent sollicitée par le formateur qui pose des questions.

- Des épisodes consacrés à une évaluation de la séquence par le PIUFM, cette évaluation peut porter sur le projet de l'enseignant stagiaire ou sur sa mise en œuvre. Elle peut s'appuyer sur l'étude de la préparation ou sur l'auto analyse du stagiaire. Dans tous les cas, elle est significative des conceptions du PIUFM. En effet, cette évaluation s'appuie à la fois sur " ce qui a été fait", - l'observation effectuée par le formateur - et sur "ce qui aurait pu être fait" - une séquence potentielle traitant du même contenu, reconstruite, repensée par le formateur à partir de son expérience personnelle.

L'analyse de plusieurs entretiens montrent que l'on distingue souvent deux types

[3] La transposition de l'entretien peut être consultée dans le tome 2 des Cahiers du Formateur, Tarbes, 1998.

d'évaluation : une évaluation "institutionnelle"(voir annexe n°2) et une évaluation formative portant sur davantage de points que la précédente.

- Des épisodes consacrés à la reconstruction partielle de la séquence analysée : le PIUFM propose des adaptations, des changements. Ces changements sont soit très contextualisés (spécifiques de la séance étudiée) soit plus généraux ; ils s'appuient alors sur des principes de construction de séance.

- Des épisodes faisant référence à des situations de formations vécues ou à vivre lors de la formation (cours du formateur) à l'IUFM.

2. Découpage de l'entretien

Voici un découpage possible essayant de distinguer ces différents points de vue et portant sur la première partie de la séance consacrée au calcul mental. Une analyse du même type peut être conduite pour la seconde partie.

Lignes 1 à 54 : auto analyse de la stagiaire sollicitée par le PIUFM, celle-ci porte sur des aspects globaux : la "discipline", les élèves rencontrant des difficultés importantes, le rythme de travail.

Lignes 55 à 76 : la stagiaire, sollicitée par le PIUFM, essaie d'analyser les causes de l'agitation perçue à la fin de la séance ; elle pense que celle-ci est due à un défaut de construction et de mise en oeuvre : pour maintenir l'attention des élèves, il faut changer plus souvent d'activités.
Le formateur soulève le problème de la forme prise par l'ensemble des activités : « trop collective » à son avis.

Lignes 77 à 84 : le PIUFM semblant s'apercevoir du décalage entre son analyse et celle de la stagiaire se livre à une première évaluation : la mise en oeuvre de la séance est trop faite sur le mode collectif, il n'y a que des phases de travail individuel ou des phases collectives (lors des corrections notamment).

Lignes 85 à 101 : le PIUFM demande à la stagiaire d'approfondir sa réflexion en prenant en compte le jugement qu'il vient d'énoncer. Il lui demande de réfléchir à la proportion relative de production écrite et orale des élèves durant la séance.

Lignes 102 à 121 : le PIUFM évalue un second aspect de la mise en œuvre de la séquence : selon lui, celle-ci est et se déroule trop sur le mode oral.

Lignes 122 à 123 : Cette évaluation l'amène à demander à la stagiaire d'envisager une autre mise en œuvre possible.

Lignes 124 à 137 : devant le peu de réponse du stagiaire, le PIUFM souligne à nouveau les deux aspects qui lui semblent les plus négatifs dans ce qu'il a vu : la

mise en oeuvre trop collective[4] et utilisant trop le mode oral. Ce dernier jugement porte notamment sur le fait que la stagiaire parle (aux élèves) trop pendant la séance.

Lignes 138 à 164 : s'appuyant sur ces jugements, le PIUFM aborde le problème du traitement des élèves rencontrant de grandes difficultés et donc manifestant un grand décalage de performances par rapport à leurs pairs. Il soulève le problème de la mise en œuvre d'une pédagogie différenciée et demande au stagiaire d'envisager une forme de travail adaptée à celle-ci.

Lignes 165 à 192 : la stagiaire expose les difficultés rencontrées dans cette mise en œuvre, perçoit bien la nécessité de prévoir un travail de groupe mais ne semble pas convaincu de sa pertinence.

Lignes 193 à 213 : le PIUFM rappelle l'aspect formateur de l'entretien en soulignant l'intérêt de noter ses remarques puis en imposant cette prise de notes à la stagiaire.

Lignes 214 à 219 : déroutée, la stagiaire demande au PIUFM de reconstruire un scénario possible.

Lignes 220 à 253 : le PIUFM revient sur le quart d'heure de "mise en route" qui a précédé la séance de mathématiques.

Lignes 254 à 324 : sollicitée, assistée par le PIUFM, la stagiaire analyse le contenu de la séance effectuée. Le PIUFM semble exprimer à mots couverts son étonnement sur le choix effectué. Après avoir souligné le milieu d'origine défavorisé des élèves de la classe, il demande à la stagiaire de comparer ses exercices avec ceux proposés par le ERMEL, utilisé pour préparer la séance. Cette comparaison amène à une prise de conscience du décalage entre le niveau de difficulté proposé dans les activités de calcul mental du ERMEL et celui des exercices proposés par la stagiaire. Le PIUFM déclare que ces derniers sont trop faciles pour un CE2 et souligne le manque d'exigence de la stagiaire à propos des procédures mobilisées par les élèves (comptage, surcomptage au lieu de calcul).

Lignes 325 à 354 : le PIUFM évalue négativement à nouveau les choix opérés par la stagiaire lors du calcul mental : nombres petits, procédures exigées et exposées trop primitives.

Lignes 355 à 412 : le PIUFM reconstruit la situation et propose des modifications portant sur les activités observées. Il conduit une analyse a priori des procé-

[4]Le PIUFM utilise le terme collectif pour décrire un mode de gestion basé sur une alternance entre travail individuel des élèves et phases collectives consacrées à l'explicitation des procédures des élèves, au discours du maître ou à l'énoncé des consignes.

dures mobilisables par les élèves pour calculer 9 + 6. Cela l'amène à repenser les exercices proposés et leur mise en œuvre.

Lignes 413 à 471 : s'appuyant sur l'utilisation par les maîtres de la classe et par la stagiaire du ERMEL, le PIUFM montre comment utiliser ce manuel pour préparer les activités de calcul mental, choisir les exercices, utiliser le matériel nécessaire à un travail de groupe (numéricartes).

Lignes 472 à 549 : le PIUFM étudie la gestion particulière d'un élève manifestant de grandes difficultés : Anthony. Il souligne à ce propos la nécessité de prévoir des activités adaptées, de ne pas pratiquer d'acharnement pédagogique mais de traiter ces difficultés en petits groupes. Cela rend cohérent sa proposition de mise en œuvre d'une pédagogie différenciée s'appuyant sur un travail de groupe.

Lignes 550 à 554 : le PIUFM résume les points développés précédemment.

Lignes 555 à 561 : le PIUFM ancre son entretien dans le cadre de la formation dispensée à l'IUFM.

Lignes 562 à 568 : le PIUFM évalue le rythme de la séance de calcul mental, qualifiée de trop peu scandée.

Lignes 569 à 612 : le PIUFM resitue ses conseils par rapport à d'autres références : ERMEL, maître-formateur, pratiques professionnelles usuelles…

ANNEXE 1 : PREPARATION DE SEANCE

Discipline : mathématiques		Thème : résolution de problèmes additifs et soustractifs -Apprentissage - entraînement			Date : 12.10.98
Objectifs notionnels : élaborer une démarche originale dans un problème de recherche (problème soustractif)					Durée : 35min
Objectifs méthodologiques :	Durée (min)	Mode de travail	Déroulement	Tâche des enfants	
-Formuler et communiquer sa démarche -écoute attentive	5 min	C	Présentation de la situation -matériel (boîte, jetons, cahier) -énoncé du problème, * + action du Maître	Observer le matériel Écouter	
Compétences attendues : Connaître la table d'addition	10 min	I	Recherche sur le cahier au stylo (pas de gomme, pas de blanco). Le maître repère les procédures pour la mise en commun. → pour ceux qui trouvent rapidement, d'autres problèmes au tableau (déjà prêts) **	Elaborer une procédure de recherche	
	20 min	C	Mise en commun Présentation de toutes les procédures, même celles qui donnent un résultat incorrect : 1er résultat correct 2ème résultat incorrect pour pouvoir tout de suite expliquer l'erreur 3ème … Faire manipuler si nécessaire	Expliquer sa procédure Justifier sa procédure Comparer avec les autres	

Matériels : -une boîte -des jetons identiques (20) -cahier d'essai des élèves	Prolongements : -Autres problèmes oraux du même style Problèmes écrits	

***** Dans cette boîte, il y a 8 cubes. J'en ajoute des cubes mais je ne vous dis pas combien.
Voilà, c'est fait. Maintenant, il y a 12 cubes dans la boîte. Combien est-ce que j'en ai ajouté ?

Autres problèmes :
• + 3 = 8
10 + • = 20
15 – 5 =
• – 3 = 8
24 - • = 10

**** Procédures possibles :**
1) ajouter = addition
2) je sais que 8 + 4 = 12
3) je sais que 12 – 8 = 4
4) 8 + • = 12 : j'essaie des nombres,
je pose l'opération,
5) je dessine les 12 cubes, je barre les 8 du début et je compte les autres,
6) je dessine les 8 cubes du début, je complète jusqu'à 12 et je compte.

Pour aider

Pour savoir combien tu as ajouté de cubes, il suffit d'enlever ceux du début.
Partir de l'état initial, travailler par ajout successif.

ANNEXE N°2

Grille institutionnelle

Grille des compétences attendues pendant les stages

1- Concevoir des situations d'apprentissage

1.1- Définir un objectif d'apprentissage en fonction
- des objectifs nationaux,
- de l'objet d'étude,
- des acquis et des capacités des élèves (la situation est inscrite dans une progression et une durée),
- d'un projet en rapport avec la réalité de la classe, de l'école.

Le professeur des écoles stagiaire doit être capable de :
- gérer des modalités pédagogiques différentes en fonction de la diversité des tâches et des formes de travail,
- varier les situations d'apprentissage pour atteindre un même objectif,
- identifier des obstacles possibles.

1.2- Produire un document traduisant
- les objectifs de la séance,
- l'organisation et le déroulement prévu (consignes, support...),
- la progression,
- l'évaluation.

2- Conduire la classe et prendre en compte la diversité des élèves

En fonction des activités prévues le professeur des écoles stagiaires doit être capable de :

	Indicateurs possibles
- organiser l'espace de la classe, - gérer les différents moments d'une séquence, - gérer l'alternance des temps de recherche et des temps de synthèse, - utiliser de façon appropriée les supports, outils, aides diverses - amener les élèves à prendre conscience des contraintes et des ressources propres à l'activité, - assurer le suivi et l'appréciation des tâches écrites (correction des cahiers, conception des polycopiés,...), - être attentif aux réactions des élèves, - tirer parti de leurs erreurs et de leurs réussites.	- degré de cohérence - clarté et pertinence des consignes - choix des organisations (magistrales, individualisées, interactives) - variété des formes d'intervention et de communication - utilisation des outils et maîtrise des aspects matériels - travail effectif des élèves et gestion du temps - qualité des productions - pertinence des évaluations - exercice de l'autorité

3- Analyser sa pratique

Lors de l'entretien le professeur des écoles stagiaires doit être capable de :

	Indicateurs possibles
- mettre en relation, pour la situation d'apprentissage, les résultats obtenus et le comportement des élèves avec le projet et les données de départ, - analyser les résultats constatés et déterminer les causes des erreurs, prévoir des activités de remédiation et d'approfondissement en fonction de cette analyse, - mesurer l'efficacité de son action et en tenir compte pour la conception et la planification des séquences futures.	- premiers repérages des démarches d'apprentissage et des obstacles rencontrés par les élèves, - écart entre le prévu et le réalisé - stratégies de remédiation - réinvestissements envisagés - modalités d'évaluation

Fiche de visite (recto)

iufm Bretagne

1997 - 1998

Site de Quimper ☐ Rennes ☒ St-Brieuc ☐ Vannes ☐

STAGE EN RESPONSABILITÉ

Premier degré

FICHE DE VISITE N° 5 (1re visite Responsabilité n°2)

Nom patronymique : FERRAND

Nom marital : LALOZ

Prénom : Béatrice

Ecole : Primaire Kennedy Classe : CE2 Nombre d'élèves : 22

Date : 12/10/98 Heure : MATINÉE

Séquences observées (thème et discipline) : MATHS

Nom du formateur et qualité : G - LE POCHE

Appréciation générale du formateur

Un début de stage convenable. Il faut maintenant revoir les structures pédagogiques et mettre en place la différenciation nécessaire.

Date : 12/10/98

Signature du formateur :

Observations éventuelles du stagiaire :

Signature du stagiaire : Date :

TSVP

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE FORMATION DES MAÎTRES DE BRETAGNE
153, rue Saint-Malo - 35043 Rennes cedex - Tél. 02 99 54 84 44 - Fax 02 99 54 84 00 - http:// www.bretagne.iufm.fr

Fiche de visite (verso)

CONSTATS	CONSEILS : OBJECTIFS FIXES, DEMARCHES SUGGEREES, etc...
Conception des situations d'apprentissage	
Conduite de la classe et prise en compte des élèves	
Analyse de la pratique et évaluation (entretien)	

voir « compétences attendues » page 2 du dossier

Préparation et analyse de séances de classe filmées dans la formation des PE2

Catherine Houdement - Catherine Taveau

Extrait du Cahier du Formateur, Tome 3 – Aix en Provence, 1999.

L'atelier visait à donner des exemples de dispositifs relativement légers permettant de filmer des professeurs des écoles stagiaires sur le terrain et des exemples d'exploitation de ces films en formation à l'IUFM. Deux dispositifs sont ainsi présentés. Seules les grandes lignes de l'exploitation des films sont retranscrites ici, l'intérêt résidant essentiellement dans le visionnement effectif suivi de la discussion portant sur l'analyse.

I - Un exemple de dispositif à l'IUFM de Bonneuil

A Description du dispositif

Cette séance se situe dans le cadre des ateliers professionnels, mis en place dans le nouveau plan de formation. Les PE2, par groupe de cinq, travaillent une demi-journée par semaine dans une classe pendant un cycle de six semaines. Les séances sont préparées collectivement et le prestataire est tiré au sort à la fin de la préparation. Une analyse à chaud, encadrée par un formateur (PIUFM ou IMF), est effectuée immédiatement après la séance et des pistes de travail sont proposées pour élaborer la séance de la semaine suivante. Ces séances ne font pas partie d'un dispositif d'évaluation, mais bien d'un dispositif de formation. Ainsi l'analyse porte sur la préparation collective de la séance (les objectifs, l'analyse a priori, la synthèse...), puis sur l'écart perçu entre celle-ci et la réalisation effective. A la suite de cette analyse, le formateur PIUFM peut ainsi réajuster ses interventions auprès des PE2 dans le cadre de ses cours.

B Les caractéristiques de la cassette choisie, vues par le formateur

La séance filmée est la troisième d'une séquence en CP sur le quadrillage et le repérage. Dans cette séance, le stagiaire souhaite mettre en œuvre un travail commencé à l'IUFM, en particulier sur les situations de communication. La réalisation effective de la séance montre que les caractéristiques d'une situation d'émission-réception n'ont pas été perçues par le stagiaire : celui-ci ne construit pas d'enjeu pour les élèves, qui ne donnent pas de sens au mot *message* ; la phase de confrontation, validant les réussites et pointant les erreurs, n'est pas menée à terme ; aucune mise en commun n'est faite par le maître sur les réussites ou les erreurs, sans même parler de synthèse. Finalement il semble, à la vision de la cassette et après discussion avec le stagiaire, que celui-ci a adapté la situation

de communication à sa conception de l'enseignement des mathématiques : toujours contrôler l'avancée des élèves, donc ne pas leur laisser d'autonomie, ce qui est a priori contradictoire ave le principe d'une situation de communication.

L'autre contradiction, qui montre que le stagiaire ne s'est pas approprié l'enjeu des situations de communication, est la place de cette situation dans la séquence d'apprentissage. Elle n'est pas proposée en amont d'un nouvel apprentissage (ici le codage de nœuds sur quadrillage) mais comme une activité de réinvestissement. Ce qui enlève tout d'abord l'aspect ludique de la situation mais aussi gomme le rôle didactique lié à cette activité.

C'est pourquoi cette cassette nous semble bien illustrer l'idée de « dénaturation » d'une situation didactique : ici on peut analyser la dénaturation d'une situation de communication.

C Les modalités d'exploitation

En PE2
Après un cours aux PE2 les faisant travailler sur ce qu'est une situation de communication, l'étude et l'analyse de cette cassette permettent une évaluation formative de ce qu'ils ont retenu et comment ils envisagent, in vitro, de conjuguer gestion de classe et mise en œuvre d'un tel type de situation. L'étude renvoie aussi aux savoirs en jeu et à la pertinence de la mise en œuvre d'une telle situation, avec les modifications liées aux variables didactiques disponibles.
Cette séance offre une autre dimension d'exploitation en formation PE2 : le formateur, avec cet outil, sensibilise les stagiaires à l'analyse fine d'une séance de classe et peut ainsi les aider à rendre plus pertinentes les préparations qu'ils réaliseront par la suite, notamment celles liées à une situation de communication.
A la vision de cette séance sont aussi apparues, de façon forte, les appréhensions du stagiaire quant à la difficulté de mener à bien cette activité : « *attention, les enfants nous allons faire un travail difficile, cela va être dur, etc.…* ». Grâce à cette cassette les stagiaires peuvent ainsi prendre conscience de l'effet de leur propre ressenti sur le déroulement des séances. De fait il est essentiel de faire un travail sur soi afin de ne pas enfermer les élèves dans des représentations propres au maître. La vidéo permet alors d'illustrer les conséquences de ces attitudes qui seraient peu comprises si elles étaient exprimées par un formateur lors d'une visite pendant un stage en responsabilité.

En séminaire à Aix
Les formateurs travaillent par groupe, six groupes maximum. Les groupes sont constitués de nouveaux formateurs et d'anciens. Les anciens suscitent l'expression des nouveaux, en aucun cas ils ne sont rapporteurs du groupe. La consigne d'étude est du type :

Vous devez exploiter cette cassette en PE2 : sur quels points attirer l'attention des PE2 et pourquoi ? Dégager par groupe les deux points qui vous paraissent les plus importants.
Après un débat au sein des groupes, une mise en commun est faite. Dans un premier temps, chaque groupe fait part d'une seule remarque. Puis dans un second temps, chaque groupe peut compléter par un autre point qui n'a pas encore été cité.
La mise en commun fait apparaître :

- des questions analysant l'activité des élèves : quelle est leur activité effective ? Le travail par groupes est-il justifié ? Quel est l'espace de liberté de l'élève ?…
- des questions analysant le rôle du maître : comment mieux gérer le temps ? Comment finir une séance ?
- des questions analysant le fonctionnement d'une situation de communication : fonction d'une telle situation, place du maître, place de la validation ?

Bien entendu on retrouve dans l'analyse conjointe des formateurs les nécessaires entrelacs du fonctionnement a priori d'une situation didactique (ici une situation de communication), de son appropriation par le maître et des habilités professionnelles de sa mise en œuvre.
Il apparaît au sein de cet atelier que l'usage d'un tel outil de formation n'est pas habituel et que son exploitation avec des PE2 nécessite une réflexion du formateur pour bien cibler un élément d'une formation théorique en didactique. La variété des réponses des formateurs présents illustre bien aussi des conceptions différentes d'une formation PE.
Ce premier visionnement a donné lieu, de la part des animatrices de l'atelier, à une mise au point, en terme de déontologie, sur l'utilisation en formation de ce type d'outil.

II Un exemple de dispositif à l'IUFM de ROUEN

A Description du dispositif

Le plan de formation de l'IUFM de Rouen prévoit 45 heures de module mathématique pour tous les professeurs des écoles stagiaires. Les contenus de ce module recouvrent le complément par rapport à l'année de PE1, du programme de mathématiques, jugé « nécessaire » pour l'enseignement des mathématiques à l'école. Ce module est essentiellement consacré à une réflexion didactique et méthodologique sur le nombre entier (avec une visée plutôt vers les cycles 1 et 2), sur les nombres non entiers (vers le cycle 3), sur la géométrie (tous cycles). A l'intérieur de ce module sont envisagés des préparations de séances, des bilans et des poursuites de séances, essentiellement par écrit, à l'occasion de stages en responsabilité.

Par ailleurs, dans le contingent des heures dévolues à la formation générale, vingt-quatre heures sont proposées en option. Voici quelques exemples de titres d'options : « Quelle évaluation ? » « La gestion des conflits dans la classe ». « Communication et relation éducative ». Ces modules optionnels sont en général animés par des professeurs de formation générale. Nous avons décidé, avec quelques formateurs disciplinaires, d'entrer dans cet espace en proposant un module intitulé « Analyse de pratiques ».

B Le module *Analyse de Pratiques*

Il est constitué de six séances de deux heures, articulées autour d'un stage en responsabilité. Il fonctionne en séminaire avec en moyenne douze à quinze professeurs des écoles stagiaires et deux à trois formateurs de disciplines différentes. Les deux premières séances sont consacrées à la présentation de ce séminaire « analyse de pratiques » : le but de ce séminaire est, pour les professeurs des écoles, de profiter d'analyses collectives de quelques pratiques individuelles pour progresser dans la leur et, pour les PIUFM, de confronter des regards pluridisciplinaires sur une même séance. Un contrat est établi entre formateur et stagiaire acceptant d'être filmé dans la discipline du formateur. Le stagiaire s'engage à remettre sa préparation écrite à l'issue de la séance, à faire un bilan à chaud de sa séance après le départ du formateur et visionner la cassette avec le formateur à l'IUFM. Le formateur s'engage à recevoir individuellement le stagiaire, à analyser avec lui sa prestation et à préparer avec lui l'intervention en grand groupe.
L'intervention en grand groupe repose donc sur une co-animation du formateur de la discipline et du PE2. Cette intervention comprend :

- une présentation de sa prestation par le PE2 à ses collègues et aux formateurs présents ;
- le visionnement d'une partie de la cassette ;
- un travail par groupes d'analyse de la cassette sur un questionnement prévu par le formateur.

Les formateurs des autres disciplines participent à tous les travaux de grand groupe ; leur approche transversale, mais non spécialiste, amène à spécifier les caractéristiques disciplinaires de la séance et de sa préparation.

C Les caractéristiques de la cassette choisie, vues par le formateur

La cassette choisie montre une séance de double niveau, effectuée dans une école de campagne, un matin de novembre, pendant le premier stage en responsabilité d'un PE2 qui n'a pas fait de première année à l'IUFM. Le double niveau (10 CE2 et 14 CE1) est assez coopératif, plutôt habitué à se voir confier un travail en autonomie. Le maître oscille en permanence entre les deux niveaux, démarche à laquelle les élèves semblent habitués.
L'observation est axée sur le niveau CE1 (tout en analysant la gestion d'ensemble). Le stagiaire est globalement mal organisé dans sa gestion de

classe : la préparation du tableau, les décisions d'alternance CE1-CE2, travail collectif, travail individuel en sont des preuves facilement lisibles. Le stagiaire possède visiblement peu de connaissances didactiques sur la numération : il mêle, sans gestion différente, des exercices relevant de compétences sur la numération orale et d'autres relevant de compétences sur la numération écrite, ce qui le conduit d'ailleurs à ne pas pouvoir se détacher des CE1.

D Les modalités d'exploitation

En PE2

Lors de l'entretien individuel préalable, le stagiaire a pu mettre en relation la gestion délicate de sa séance et l'organisation a priori de ses activités. Des conseils bibliographiques lui ont été donnés sur la numération en cycle 2.

Lors du séminaire en grand groupe, le formateur décide de ne montrer que les passages concernant le CE1, et en particulier les lancements de consignes (le reste du film étant passé à vitesse accélérée). Il centre l'attention des PE2 sur la gestion du double niveau et le travail effectif des CE1 par un jeu de questions classiques du type :

- quelles sont les différentes phases de la séance CE1 ?
- quel travail de l'élève ? Quelles validations ?
- quels apprentissages effectifs à l'issue de la séance ?

La réalisation effective du séminaire PE2 a montré que les stagiaires semblaient prendre conscience de l'imbrication de la gestion d'un double niveau et de la réflexion didactique a priori sur les consignes à donner :

- d'une part pour viser à faire construire des compétences effectives de numération (et non pas se limiter à un questionnement d'évaluation sur des compétences déjà installées) ;
- d'autre part pour essayer de réguler a priori le temps du maître consacré à chaque niveau de classe, en prévoyant une organisation matérielle plus adaptée.

(Par exemple une consigne invitait UN élève à compléter un tableau de nombres sur le tableau ; ceci peut être remplacé par le remplissage de tableaux individuels, éventuellement différents selon les états connus de connaissances des élèves).

En séminaire à Aix

Les questions posées et discutées ont été : *quelle exploitation possible de cette cassette en formation ? Quels points fondamentaux peuvent être travaillés avec des PE2 suite à l'étude de cette séance ?*

Un débat s'est engagé entre les formateurs sur l'aide à apporter aux PE2 lors des visites pendant les stages en responsabilité. Suite à cette séance filmée, où le stagiaire vraiment débutant rencontre des difficultés de tous ordres (gestion de la classe, gestion de l'apprentissage, méconnaissance personnelle de certains contenus disciplinaires...), quelles attitudes peut avoir le formateur, sur quel(s) point(s) essentiel(s) portera son analyse avec le stagiaire afin de le faire réellement progresser dans sa pratique ? La difficulté réside dans le choix des angles de la formation qui nous semblent les plus pertinents selon l'état de connaissances et de

compétences du stagiaire. Il est important de rester modeste face aux exigences de ces moments de visite du premier stage en responsabilité mais d'en tirer profit pour le retour de la formation à l'IUFM. N'oublions pas que nous, formateurs, sommes sensés nous perfectionner régulièrement, mais que chaque année, les PE2 sont toujours des débutants, avec les mêmes besoins de formation.

E Les conclusions en termes de formation de professeurs des écoles

Le travail en commun mené par les formateurs de différentes disciplines à l'écoute des PE2 les amène à définir ou différencier des composantes transversales du métier de professeur des écoles. Ce module participe donc à une approche de la polyvalence, approche certes non encore théorisée, mais constituée de gestes professionnels, certains exclusivement dépendant des savoirs d'enseignement disciplinaire en jeu, d'autres plus transversaux, relevant de ce qu'on pourrait appeler didactique et pédagogie générales.

Les stagiaires PE2 voient ancrée dans la pratique effective de la classe la nécessité d'une réflexion didactique a priori sur l'acquisition des savoirs, croisée avec la nécessité d'une organisation matérielle sans faille. Ils peuvent évaluer après coup les effets de décisions prises sur le vif suite à une préparation insuffisamment fine ou aux incidents de gestion. Ils apprennent à intégrer la réflexion didactique DANS la pratique de classe[1].

Lors du séminaire d'Aix, certains collègues formateurs ont été surpris de nous voir montrer aux PE2 des séances « qui ne seraient pas des modèles ». Là réside justement l'intérêt de ce type de dispositif. Il est important de permettre aux PE2 de se reconnaître dans des pratiques voisines, et de travailler sur CES pratiques, pour en extraire les côtés positifs et les facettes à améliorer, en s'appuyant sur les outils didactiques d'analyse. C'est là la différence entre les stratégies de « monstration » et celles de « transposition »[2].

III Conclusion sur ces dispositifs

Ces dispositifs de formation sont de plus en plus fréquents dans les nouveaux plans de formation PE2. Ils ont pour objectifs d'articuler au mieux la formation théorique et la formation pratique au sein des IUFM. Ils permettent de mettre en place une démarche d'évaluation formative et formatrice avec les stagiaires qui

[1] Ce module est, dans les bilans, qualifié de très professionnel par les PE2.

[2] HOUDEMENT et KUZNIAK (1996) Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques, dans *Recherches en Didactique de Mathématiques* vol.16/3. Grenoble : La Pensée Sauvage.
HOUDEMENT (1999) Stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques. *Les Cahiers du Formateur* Tome 2. COPIRELEM. Séminaire de Tarbes (déc.98). Paris : IREM de PARIS 7.

apprécient ce type de travail et qui trouvent de l'intérêt à revenir en formation après les stages en responsabilité.
Par ailleurs ces pratiques d'analyse vont donner du sens aux apports en didactique que nous proposons classiquement en formation. Ce temps collectif autour de séances préparées et filmées permet d'apporter, en plus d'une aide individuelle au prestataire de la séance, un regard collectif sur des éléments didactiques et pédagogiques indispensables à la gestion professionnelle des apprentissages.

Sur le site de Rouen, le module « analyse de pratiques » se solde toujours par un bilan favorable ; certains stagiaires ont même affirmé avoir compris là l'intérêt de la formation. Cependant cette option n'est pas retenue toutes les années, faute de volontaires.

Sur le site de Bonneuil, ces ateliers fonctionnent bien, l'investissement des stagiaires est très important même s'il entraîne un surcroît de travail personnel. Ce dispositif permet de construire une dimension de travail collectif et d'entraide entre les PE2 avec une écoute réelle des conseils et critiques. Mais ce dispositif est très coûteux en terme d'heures, heures amputées sur le contingent des disciplines. Par contre, il semblerait que le transfert de ces analyses de pratiques ne se fasse pas si facilement en stage en responsabilité quand les stagiaires travaillent dans l'urgence. Une affaire à suivre…

Textes méthodologiques

Catherine Houdement - Marie-Lise Peltier

Extrait des Cahiers du Formateur, tome 1 - Perpignan 1997.

Dans cet article sont proposés des textes « méthodologiques » relatifs à la préparation, à l'analyse du déroulement et au bilan d'une séance de mathématiques pour la formation des professeurs d'école. La construction et l'utilisation des ces textes sont argumentées.

1- Le paradoxe de l'explicitation

La multiplicité des visites aux stagiaires ou aux titulaires débutants nous a amenées à pointer différents éléments conduisant à des séances plus ou moins bien "réussies". Notre volonté a été de lister une série de points dont certains sont rarement explicités par les maîtres chevronnés sauf à l'occasion de "crises".
Il y a là un paradoxe : l'explicitation fournie, par la multiplicité des éléments pris en compte, semble plutôt convenir à un enseignant chevronné ; or généralement celui-ci n'en a plus besoin, ces éléments constituant une partie de l'expertise de sa pratique professionnelle. Pour un débutant, la fiche peut apparaître trop détaillée dans la mesure où elle signale des points qui n'ont pas encore été l'occasion de " crises " ; or on sait que ce sont souvent ces " points de détail " qui font basculer la séance d'une réussite moyenne à un échec cuisant. Il est connu que les débutants souhaitent qu'on ne leur montre que l'essentiel : mais justement l'essentiel n'est pas souvent séparable de ces multiples éléments de la préparation mentionnés dans la fiche, en apparence secondaires, et le bilan aide à comprendre ce qui a pu provoquer les difficultés.
Ce paradoxe est d'ailleurs une spécificité des différents outils qui sont proposés à l'enseignant, les manuels scolaires par exemple : créés pour tous, ils ne sont, tels quels, utilisables par personne ; quel que soit le document, il est nécessaire de l'adapter aux personnes (maître et élèves) qui vont l'utiliser et aux contraintes institutionnelles et matérielles qui constituent le cadre de toute situation d'enseignement.

2- La genèse des différentes fiches

Depuis plusieurs années, nous proposons aux stagiaires PE2 un travail spécifique autour de la préparation des séances de mathématiques. Bien que non spécifiquement mathématiques, nous considérons que l'étude de ces questions fait partie d'un travail que nous devons prendre en charge. Les questions, les réflexions, les propositions des stagiaires sont mises en commun et discutées avec le groupe entier. Elles font l'objet d'une synthèse de notre part, synthèse qui est ensuite rédigée et distribuée à tous. Ces synthèses sont donc différentes dans chaque groupe et chaque année, puisqu'elles sont construites autour du travail des étudiants.

De plus, l'évaluation du module de mathématiques dans notre IUFM est en liaison étroite avec les stages en responsabilité : les stagiaires doivent fournir les fiches de préparation de deux séances consécutives qu'ils ont effectivement menées et les bilans de ces séances, préciser l'articulation des deux séances et la manière dont le bilan de la première est pris en compte dans la préparation de la deuxième.
Il nous a fallu envisager un moyen d'aider les stagiaires à prendre du recul par rapport à leur pratique, à se poser des questions, à lier préparation et bilan, à distinguer ce que peut être une analyse "à chaud" et une analyse "à froid", différée dans le temps.
Nous avons décidé de mettre en commun nos expériences de formateurs, les outils relatifs aux préparations et aux bilans que nous avions l'une et l'autre construits avec nos différents groupes de stagiaires, de les discuter. Cette mise en commun a débouché sur des documents qui, dans notre esprit, ne peuvent en aucun cas être des fiches à "renseigner" point par point, mais des outils d'aide à la réflexion, qui explicitent un certain nombre de questions, parfois oubliées ou plutôt passées sous silence.
Ces trois documents figurent en annexes 1, 2 et 3.
La fiche bilan de l'annexe 3 reprend, détaille et enrichit certains éléments déjà intégrés dans les annexes 1 et 2.

3- Utilisation que nous faisons actuellement de ces documents

Il nous semble nécessaire de conduire les stagiaires à prendre conscience de la complexité de la préparation, des enjeux de celle-ci, de la nécessité d'anticiper le plus possible le déroulement effectif. Mais pour qu'ils puissent s'impliquer dans ce travail, il nous semble nécessaire de les faire travailler sur une préparation précise.

Nous allons succinctement présenter un exemple de travail avec les stagiaires.
- Par groupe de trois ou quatre, les stagiaires sont invités à construire une séance en GS ou en CP sur l'étude du nombre. Pour cela ils disposent de différents manuels scolaires et des livres du maître associés. Ils doivent également essayer de dégager de la préparation de cette séance spécifique les éléments qui leurs paraissent valables pour la préparation de n'importe quelle séance de mathématique dans le niveau concerné.

Chaque groupe présente son travail sur une grande affiche, en deux colonnes. Dans l'une d'elles, les stagiaires notent tout ce à quoi il faut penser et tout ce qu'il faut faire avant la séance d'un point de vue général, dans l'autre ils exemplifient la première en l'appliquant au cas de la séance construite par le groupe.
- Les travaux des différents groupes sont affichés, commentés par leurs auteurs, débattus[1]. Puis nous menons une synthèse des éléments généraux d'une prépara-

[1] Une constante intéressante à signaler est l'absence quasiment systématique d'une rubrique consacrée à l'étude de la situation choisie : analyse des savoirs en jeu, adéquation aux objectifs poursuivis (qui eux ne sont jamais oubliés même si parfois ils sont si géné-

tion pointés par chaque groupe que nous réorganisons et complétons si nécessaire à l'aide de notre document.

• Nous distribuons ensuite les "petits guides pour fiche de prép" pour lecture et commentons ces documents en les articulant à la synthèse faite dans le groupe.

Le thème "comment faire le bilan de sa séance", est articulé avec le stage en pratique accompagnée, il ne porte donc pas sur le même thème mathématique pour tous les stagiaires.

Les stagiaires partent en stage de pratique accompagnée par groupe de deux au courant du mois d'octobre.

• Nous demandons qu'au moins l'un des deux mène une séance de mathématique. Chacun de ceux qui ont mené une séance est convié à faire un bilan personnel de sa séance effective, en se posant des questions relatives aux élèves, mais aussi des questions relatives à sa propre pratique. Nous demandons à chacun d'en discuter avec son co-stagiaire pour affiner l'analyse, et de noter les points qu'il a considérés comme pertinents pour mener ce bilan.

• Au retour du stage, une partie de séance est consacrée à un échange sur les bilans en centrant la discussion, non sur les contenus des analyses, mais sur les questions que se sont posées les stagiaires pour les mener[2].

• Après une synthèse de ces échanges nous distribuons la fiche bilan qui reprend et élargit souvent les propositions des stagiaires, fiche à laquelle nous adjoignons si nécessaire de nouvelles questions intéressantes des stagiaires.

Ce double travail est ensuite, comme nous l'avons dit, le point de départ de l'évaluation du module de mathématiques. Au cours du stage en responsabilité, les stagiaires vont présenter les préparations[3] de deux séances consécutives et les bilans associés. Pour cela ils peuvent se servir des outils qu'ils ont construits en groupe, des synthèses qui ont été faites, des documents qui ont été fournis. Nous corrigeons et commentons ces travaux. S'ils ne nous paraissent pas témoigner d'une réflexion suffisante, ou suffisamment pertinente, les stagiaires font à nouveau ce travail sur le second stage en responsabilité. Le jour où ces travaux sont rendus aux stagiaires, certains points de la préparation et du bilan sont repris, pour être précisés et pour souligner l'articulation entre bilan et préparation.

---

raux qu'ils n'ont guère de raisons d'être cités !), analyse a priori de la situation, réflexion sur les variables à disposition, prévision des procédures des élèves etc. Les stagiaires majoritairement pensent que si une situation se trouve dans un livre, elle est nécessairement intéressante.

[2] Dans ces bilans on peut constater que l'observation des réactions des élèves est toujours mentionnée. En revanche des questions relatives à une analyse en retour sur les actions du maître, sur ses propos, sur ses décisions, pour essayer de comprendre ce qui s'est passé, sont presque toujours absentes.

[3] La présentation matérielle de la fiche de préparation est naturellement laissée au choix du stagiaire. Nous sommes profondément hostiles à des fiches types, chacun devant noter sur sa fiche ce qu'il juge utile au bon déroulement de la séance en le justifiant brièvement.

4- Le point de vue des PE2 sur les guides pour « fiches de prep »

Le guide cycle 1 met trop l'accent sur **un** type de travail et d'organisation de classe maternelle (un atelier principal et des ateliers secondaires) ; or ce n'est pas dans les habitudes de tout maître de travailler ainsi. D'où sa difficulté d'utilisation, surtout pour un débutant, qui maîtrise mal la construction de l'autonomie des enfants dans les divers ateliers.

Le guide cycles 2 et 3 paraît plus utile dans la mesure où il rappelle au débutant des points qu'il pourrait oublier ; tel quel, il ne peut constituer une " check list ", dans la mesure où il est trop détaillé.

Il se présente tout de même comme une bonne aide à la prévision du déroulement et rappelle l'utilité du bilan pour construire ou adapter les séances suivantes.

Les fiches telles quelles sont un premier outil de travail, qui nécessiterait d'être enrichi et peut-être aussi adapté à l'expérience du stagiaire.

Il faudrait maintenant évaluer dans quelle mesure l'utilisation de la fiche bilan permet aux stagiaires de progresser dans la compréhension de la nécessaire dynamique entre prévision et improvisation.

5- Le point de vue des formateurs du séminaire de Perpignan

Plusieurs collègues soulignent l'absence de précisions explicites sur les cadres théoriques de référence relatifs à l'articulation entre enseignement et apprentissage : cette remarque est tout à fait pertinente. Nous précisons donc que notre réflexion se construit autour des concepts de la didactique des mathématiques et de la didactique professionnelle développés en France. Ces propositions s'appuient sur des modèles d'enseignement d'origine constructiviste ; ceux-ci sont en général moins familiers aux stagiaires que des modèles plus transmissifs, ce qui peut conduire certains PE2 à se décourager devant l'insuccès immédiat de leurs essais et à rejeter en bloc ce modèle d'enseignement.

C'est pourquoi nous considérons ces fiches comme aboutissement d'un travail de formation et non comme des prescriptions.

Les collègues apprécient le fait que ces fiches aillent à l'encontre d'une dérive fréquente, cette dérive consiste à :

- dans la préparation, ne prendre en compte que l'activité des élèves sans la mettre en relation avec les actions du maître ;
- dans les bilans, chercher les causes des événements du déroulement seulement du côté des élèves sans analyser ce qui, dans la conduite du maître, a pu déclencher ces événements.

La dynamique, préparation puis bilan, proposée dans ces fiches, permet au contraire de mesurer l'écart entre le projet de déroulement et la mise en œuvre effective en croisant les effets des actions du maître et de l'activité des élèves.

Certains collègues pensent que la spécificité mathématique de ces fiches n'est pas assez marquée : or, justement, un de nos soucis est de proposer une aide méthodologique plus transversale pour approcher la polyvalence du professeur

d'école. Il nous semble que des entrées trop disciplinaires ne collent pas à la réalité du métier de professeur d'école, et de ce fait, sont souvent rejetées sans autre forme de procès.
Il a été mentionné que l'explicitation de différents items liés à la préparation de séance et au bilan permet aux utilisateurs de prendre de la distance par rapport à leur pratique et d'affiner leur regard : en effet, ce ne sont pas des documents clés en main, mais des outils de travail qui aident à la réflexion. D'autre part, ces fiches offrent une alternative aux diverses propositions, commerciales ou non, qui circulent sur le terrain, et devraient permettre à chacun de construire des outils personnels.
A ce titre, ces fiches peuvent être utilisées comme aides à la préparation au CAFIPEMF[4] : elles explicitent en effet des items très souvent implicites pour un maître confirmé.

Les modes de fonctionnement proposés pour les séances ne sont bien évidemment pas les seuls modes de fonctionnement possibles, surtout pour le cycle 1 : le cas d'un lancement collectif et la répartition en ateliers sur le même thème n'est pas évoqué, aucune évocation n'est faite de l'utilisation des coins…
De même, pour les cycles 2 et 3, la fiche ne prend pas en compte tous les modes de gestion, notamment la gestion des mises en commun, très liée à la situation mathématique choisie.

A propos des bilans
La fiche relative au bilan souligne l'importance de l'analyse a posteriori pour l'évolution de la pratique du maître titulaire et du stagiaire en formation. Elle sort du domaine privé la méthodologie de l'auto-analyse.
La pratique du bilan est reconnue comme formatrice par l'institution : des bilans sont faits par les maîtres experts, les conseillers pédagogiques ou les formateurs qui " visitent " les stagiaires. Mais, d'une part, les items des bilans sont rarement explicités, d'autre part les bilans sont plutôt à la charge des " visiteurs ". La fiche propose une explicitation d'items propres à inciter le stagiaire à mener personnellement une analyse sur lui-même et les événements qu'il a déclenchés par ses prises de décisions. De plus, la fiche permet de différencier l'analyse "à chaud" qui reste une analyse de surface et une analyse différée qui peut aller jusqu'à remettre en cause l'attitude de l'enseignant ou les choix didactiques effectués au cours de la préparation.
Elle conduit les stagiaires à comprendre la complexité de la pratique professionnelle et le manque de pertinence des recettes toutes faites. Par exemple, l'analyse du mode de passation des consignes et de ses conséquences sur la poursuite de la séance et sur l'engagement des élèves est mise en relief.
Certains collègues n'ont vu dans cette fiche que des prétextes à appréciations négatives qui risqueraient de conduire les stagiaires à une forme d'inhibition : il nous semble pourtant que la formulation du bilan sous forme de questions évite

[4] Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'Instituteurs, Professeurs des École, Maître Formateur.

cet écueil et permet à chacun de se situer le plus honnêtement possible par rapport à sa prestation.

6- Perspectives pour d'autres utilisations

Nous avons présenté deux utilisations possibles :
- la première consiste à laisser les stagiaires construire dans un premier temps leurs propres outils (de préparation et de bilan), à confronter leurs propositions et réorganiser ces propositions pour aboutir à des fiches personnalisées
- la seconde consiste à faire utiliser ces documents lors des stages de pratique accompagnée par le responsable de la séance et l'observateur qui l'accompagne, à comparer les réponses émises par les deux personnes pour des items sélectionnés, à repérer les écarts entre les réponses et à analyser les différences en cherchant à les comprendre.

Nous sommes certaines que d'autres modes d'utilisation seraient envisageables.
Il ne s'agit pas là d'outils clés en main, mais essentiellement de supports conduisant le stagiaire à se poser des questions et à chercher des éléments de réponse dans l'explicitation et l'analyse de ses choix.

Suivent donc ces différentes fiches. Les deux premières ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Grand N* n°59 et 60. Grenoble : IREM de Grenoble.

ANNEXE 1

Eléments pour construire une séance de mathématiques

et rédiger la fiche de préparation (cycles 2 et 3 école élémentaire)

Remarques préalables

- *Cette fiche se veut un guide pour le maître pour penser aux différentes facettes de la préparation d'une séance (ou d'une séquence : suite de séances sur le même thème). Elle n'a pas d'autre prétention.*
- *Elle se présente sous forme d'items (éléments à préciser ou questions à se poser).*

Tous les items ne sont pas nécessairement pertinents pour toutes les séances. Ils sont particulièrement étudiés ici pour les ***situations dites de recherche*** *(pour l'apprentissage ou le réinvestissement). Bien entendu un grand nombre de séances doit être aussi consacré à une familiarisation systématique avec les notions abordées et à un entraînement sur les techniques vues pendant les séances de recherche. D'autres encore doivent permettre d'évaluer les élèves sur des connaissances (savoirs ou savoir-faire) déjà construites.*

- *Pour la gestion de classe de C.P. en particulier, ces éléments sont à croiser avec ceux présentés dans la fiche spécifique cycle 1 (qui suit).*
- *La fiche de préparation,* ***dont la rédaction est au choix de chacun****, explicite les réponses à certains de ces items. Elle doit donner le cadre de référence de la séance et être une aide à la conduite de classe.*

PRÉSENTATION DE L'ACTIVITÉ

Objectifs

- Notion mathématique ou méthode dont l'apprentissage est visé à long terme.
- Eléments spécifiques de cette notion ou de cette méthode visés dans la séance (éventuellement sous forme de compétences).
- Place dans la progression (par rapport aux programmes et/ou par rapport aux compétences acquises des élèves de la classe).

Type de séance

1 - Apprentissage d'une notion (nouvelle ou déjà rencontrée)[5], d'une technique (nouvelle ou déjà rencontrée), d'un langage, d'une compétence méthodologique,...
2 - Ou réinvestissement d'une notion, d'une technique, d'une méthode,...
3 - Ou familiarisation, entraînement.
4 - Ou évaluation.

[5] Les séances d'apprentissage ne se limitent pas à la première séance sur une notion.

L'étude qui suit vise plus particulièrement les séances de type 1 et 2.

LES SÉANCES D'APPRENTISSAGE ET DE RÉINVESTISSEMENT

Description succincte de la situation
- Enoncé de problème, jeu, étude de documents, description d'un phénomène,...
- Références bibliographiques.

ANALYSE PRÉALABLE DE LA SITUATION

Intérêt pour l'élève (il peut être indépendant de l'apprentissage)
Pourquoi va-t-il s'investir dans la tâche proposée ?
Plaisir, défi personnel, désir de se mesurer aux autres, curiosité intellectuelle, responsabilité dans l'engagement collectif,...

Analyse pour prévoir les étapes du déroulement
* Variables didactiques. Quelles sont les variables didactiques de la situation ? Comment les choisir pour provoquer l'apprentissage visé ? Pour éventuellement gérer l'hétérogénéité ? Pour permettre une certaine différenciation des tâches, mais une synthèse commune ?
* Analyse de la tâche de l'élève. Quelle est la tâche effective des élèves ? Quelles procédures peuvent-ils utiliser (en fonction des variables didactiques) ? Quels modes de validation ont-ils à leur disposition (vérification interne à la situation -*autovalidation*-, ou validation externe : par le maître, par la calculatrice pour contrôler les calculs, par un calque pour vérifier un dessin, etc...) ?
* Eléments d'aide pour différencier la tâche en fonction des compétences individuelles (documents écrits, matériel, conseils méthodologiques,...).
* Eléments prévisibles de synthèse sur lesquels portera l'institutionnalisation[6] .
* Possibilités de prolongements liés à l'activité (pour les plus rapides)[7].

PRÉVISION DU DÉROULEMENT

1 - Organisation matérielle de la classe (à préciser pour chaque phase du déroulement)

Choix du lieu : dans la classe ou hors de la classe, tables telles quelles ou déplacées,....

6 Ce qui est important à extraire de l'activité pour l'apprentissage.

7 Ces prolongements doivent permettre un approfondissement de la notion en cours ou un réinvestissement de notions déjà vues. En aucun cas, il ne s'agit de déflorer la séance suivante.

Choix des modes de travail : travail individuel (sur cahier de brouillon, fiche, feuille, ardoise,..) ; travail à deux, par groupe (préciser le support du travail), collectif ; justification des choix.
Si travail de groupe,
- constitution des groupes (par affinité ou caractère ou proximité, homogènes ou hétérogènes) préparée par écrit ; *attention à ne pas mettre ensemble deux élèves "aux humeurs incompatibles"* ;
- répartition des tâches dans le groupe faite par le maître ou laissée libre ;
- rapporteur désigné au départ ou choisi au moment de la synthèse (par le maître, par le groupe, au hasard)....

Matériel
- Pour le maître : rôle et préparation du tableau, autres matériels à préparer (solides géométriques, documents agrandis, matériel d'aide en cas de blocage,...)
- Pour les élèves : quel matériel à disposition (une fiche ou un manuel par élève, pour deux, crayon, matériel de géométrie, un jeu par table,...) ? Quand le distribuer et/ou par qui le faire distribuer ? Où le poser, éventuellement le cacher (pour permettre la formulation d'une demande) ? Combien prévoir d'exemplaires par table ?...
Limiter les risques de distraction en faisant ranger le petit matériel inutile (super taille-crayon,..) dans les casiers. Prévoir un espace suffisant sur les tables pour l'utilisation effective du matériel.
Prévoir un morceau de feutrine ou une piste pour les jeux de dés. Etc..

Estimation du temps
- Pour la compréhension de la consigne : dite dans le calme, redite avec d'autres mots, reformulée par un élève, éventuellement simulée,...
- Pour les éventuels changements de lieu, déplacements de mobilier, distributions de matériel, découpages ou activités préalables, coloriages, collages,...
- Pour les différentes phases (recherche, mise en commun, synthèse),
- Pour l'éventuelle trace écrite (sur quel support ?),
- Pour le rangement,....
Se donner a priori des limites supérieures de temps pour les activités-élèves...

2 - Plan de la séance (prévoir les grandes phases du déroulement et leurs articulations)

Lancement de l'activité
Comment faire pour que les élèves s'intéressent d'eux-mêmes au problème posé par le maître ?
Mise en scène, jeu simulé avec quelques élèves, conte,....

Consignes
Les consignes peuvent être orales, écrites au tableau, écrites sur une feuille, schématisées,...

Si orales,
- courtes et précises si possible,
- pesées et soupesées, formulées de diverses manières par le maître,
- écrites en toutes lettres sur la fiche de préparation, oralisées pour les essayer .
Prévoir de les faire reformuler par deux élèves au moins.

Phase de recherche
- Rester un court temps sans circuler pour permettre aux élèves de démarrer.
- Prévoir éventuellement, en cas d'activité de groupe, un court temps de recherche individuel.
- Prévoir d'observer les élèves (au besoin avec une grille recensant les procédures par élève ou groupe d'élèves)
    - pour donner des aides au moment opportun à ceux qui en ont besoin,
    - pour choisir ceux dont les propositions feront l'objet de la mise en commun.
- Prévoir les interventions éventuelles pendant cette phase de recherche (relance de l'activité, précisions sur la consigne), ***mais se garder de donner soi-même, ou même d'induire les réponses aux questions posées !***
- Prévoir de donner, à ceux qui auront fini plus tôt, les prolongements prévus dans l'analyse préalable, permettant ainsi aux autres de poursuivre sans perturbation.

Mise en commun des procédures et/ou des résultats : *écoute collective, la parole est aux élèves.*
- A l'aide de l'analyse préalable et de l'observation des élèves, choisir les procédures exactes ou erronées[8] qui feront l'objet de la mise en commun.
- Décider de l'ordre de présentation le plus adapté à l'objectif à atteindre[9].
- Engager un échange, voire un débat collectif, sur la validité, l'économie,... des différentes productions.
Se méfier des longues corrections collectives qui ne profitent qu'aux élèves qui savent déjà.

Synthèse : *écoute collective.*
Le maître pointe, avec les élèves, les éléments importants rencontrés à l'occasion de l'activité : par exemple des procédures efficaces, une écriture mathématique utilisée par tous, une construction géométrique rappelée,...
Envisager l'éventuelle trace écrite individuelle qui relate la situation (par exemple, dans le cahier, chaque élève note le texte du problème et la procédure qui lui plaît le mieux).

---

[8] Lors de la phase de recherche, le maître n'a pas à se prononcer sur la validité des propositions des élèves. Sinon, il devient impossible de demander à un élève de présenter devant tous une solution qu'il sait erronée.

[9] L'écriture des productions de groupe sur affiche (éventuellement transparent) ou la restitution simultanée au tableau du travail des groupes par plusieurs rapporteurs, facilite la gestion de la mise en commun et minimise la durée de cette phase.

Institutionnalisation (éventuelle)
Le maître dégage l'important pour "l'apprentissage du jour", en amorçant une décontextualisation.
Si l'activité le permet, rédiger le résumé que les enfants auront à copier et à retenir (tout en restant prêt à accepter d'autres formulations -correctes- des élèves).

Remarques
- Prévoir quelques exercices d'application.
- Découper la séance en plusieurs phases pour mieux gérer le temps et en particulier pouvoir arrêter la séance avant la fin (notamment si le temps a été mal évalué).
Une évaluation individuelle "à chaud" apporte peu de renseignements : il est préférable de la différer.

BILAN SUCCINCT DE LA SEANCE

Du côté des élèves
- Participation : les élèves ont-ils été intéressés ou passifs, ennuyés, agités ? Pourquoi ?
- Travail mathématique : qu'ont fait effectivement les élèves au cours de la séance ? Ont-ils eu l'occasion de réfléchir, formuler des hypothèses, valider des raisonnements ? Semblent-ils avoir appris des choses ? Se sont-ils exercés dans un domaine ? *Ne pas confondre joyeuse participation et apprentissage effectif.*
- Erreurs des élèves : quelles erreurs ont commis les élèves ? Pouvez-vous expliquer ces erreurs, mettre des hypothèses sur les causes ?
  - Sont-elles nombreuses sur des connaissances considérées comme acquises ? Il faudra alors prévoir un travail spécifique avec toute la classe.
  - Sont-elles liées à l'apprentissage en cours ? Il n'y a pas lieu de s'en inquiéter car elles font partie de l'apprentissage normal.
  - Sont-elles très locales ? Voir alors les enfants concernés.
  - Sont-elles peu significatives ? Attendre un nouveau travail pour confirmer ou infirmer.

Du côté du maître
- Votre objectif vous semble-t-il atteint ? Pourquoi ? Comment allez-vous le vérifier ? Est il trop tôt pour le dire ?
- Analysez vos éventuelles modifications "sur le vif", vos éventuels dérapages et leurs causes.
- Avez-vous fait des erreurs ? De quel type (contenu, méthode, gestion du temps, des réactions des élèves,...) ?
- Revoir ce que vous pouvez modifier pour atteindre une meilleure efficacité : les consignes, l'ordre des différentes phases, les choix pour les variables didactiques, l'organisation matérielle, la gestion de la mise en commun,....

- Comment prenez-vous en compte cette séance dans la prévision de la suivante : poursuite de la préparation prévue, modifications (dans quel sens ?), détermination de ce qui est à reprendre, à compléter, éléments à développer.

REMARQUES GENERALES

♦ Toute séance de mathématiques (ou presque) doit comporter du "calcul mental", dit plutôt **calcul réfléchi.** Le calcul réfléchi donne lieu à une activité quotidienne, généralement assez brève (sauf si elle fait partie intégrante de la situation prévue), dont le but est de permettre aux élèves d'une part de se familiariser avec les nombres et leurs propriétés, de mémoriser des résultats, d'autre part de se construire des méthodes de calcul et/ou de raisonnement, notamment par confrontation -gérée par le maître- avec celles de leurs camarades.

♦ Introduire du **matériel** dans une séance de mathématiques peut avoir deux finalités :

1 - conduire les élèves à faire des prévisions, à anticiper le résultat de leur action[10] ;

2 - permettre aux élèves de valider leurs résultats en exhibant l'objet (par exemple en géométrie) ou en effectuant la manipulation.

Il ne s'agit pas de demander aux élèves de faire de simples constats.

♦ Si la séance s'appuie sur un document pédagogique ou un livre du maître présentant les objectifs et le déroulement prévu, le travail de préparation consiste à justifier les choix, à adapter la situation à la classe (intégration à la progression, prise en compte des compétences élèves, de l'environnement de l'école,...)

EXEMPLE DE GRILLE

Rappelons que, pour préparer une mise en commun efficace lors d'une situation de recherche, il est nécessaire
- d'avoir conduit une analyse a priori de cette situation en essayant d'envisager les procédures que les élèves sont susceptibles de mettre en oeuvre et en identifiant clairement les savoirs en jeux que l'on veut pointer lors de la synthèse,
- de faire une observation assez fine des élèves au cours de la séance.

Pour cela, le maître peut s'aider d'une grille lui permettant de prendre le maximum d'informations organisées afin de pouvoir les exploiter, et ce le plus rapidement possible.

Cette grille peut se présenter sous forme d'un tableau à double entrée : les noms

[10] Par exemple, lors d'un jeu de l'oie, un enfant sur la case 13 lance le dé et obtient 5 : avant qu'il ne déplace le pion, le maître lui demande de dire sur quelle case il pense arriver, il attend comme réponses 18, ou 13+5...

des élèves ou des groupes d'élèves figurent sur les différentes lignes. Le maître prévoit une colonne par procédures prévues et quelques colonnes pour des procédures auxquelles il n'aurait pas pensé, il prévoit également une colonne pour les erreurs qu'il repérera, ainsi qu'une colonne pour cocher les élèves à solliciter lors de la mise en commun.

Pendant la phase de recherche, le maître circule entre les enfants et note par une croix la ou les procédures dans lesquelles s'engage l'élève (ou le groupe d'élèves), qu'elles aboutissent ou non ; il ajoute un signe particulier lorsque la procédure utilisée aboutit. Il relève les erreurs les plus marquantes.

♦ Les observations ainsi faites et notées permettent au maître de solliciter pour la mise en commun des élèves ayant utilisé des procédures variées différentes (qu'elles aient abouti ou non) et des élèves ayant fait des erreurs typiques (si toutefois le maître ne leur a pas déjà dit que leur procédure était erronée). Pour la mise en commun, les élèves peuvent soit afficher leurs travaux s'ils ont travaillé sur de grandes feuilles, soit les réécrire simultanément au tableau, soit les exposer oralement.

♦ Cette fiche permet également au maître de différencier si nécessaire les exercices d'entraînement en fonction des difficultés rencontrées par chacun.

♦ Ces fiches d'observation regroupées donnent enfin au maître une "image en mouvement" de sa classe : elles sont un moyen d'apprécier le niveau d'appropriation des différents savoirs et savoir-faire, de repérer les évolutions, les progrès, les difficultés persistantes des différents élèves.

Exemple de grille d'observation pour le problème donné au CE1 Une salle de spectacle comporte 12 rangées de 8 fauteuils, combien y a-t-il de places dans le salle ?

Procédures envisageables (analyse a priori) :
- P1 : dessin de la salle et dénombrement un à un
- P2 : dessin de la salle et dénombrement par rangées
- P3 : addition réitérée par rangées
- P4 : additions réitérées par colonne
- P5 : désignation des places sous la forme12×28 et utilisation de la calculatrice

.	P1	P2	P3	P4	….		Erreurs	Mise en commun
Marie								
Kévin								

Pour les autres types de séances

● LES SÉANCES D'ENTRAÎNEMENT

Les séances d'entraînement sont nombreuses et nécessaires aux élèves pour installer et renforcer les acquis antérieurs. Elles ne peuvent cependant se substituer aux séances où les situations proposées permettent aux enfants de **construire** effectivement des connaissances ou de **réorganiser** des connaissances déjà construites.
Les points importants de la préparation des séances d'entraînement sont le choix des exercices à proposer et des modes de correction à envisager.

Le choix des exercices
- Les exercices proposés portent sur des notions ou des techniques déjà travaillées dans des séances de type **1** et **2**, pour renforcer des compétences individuelles dont le maître a déjà pu contrôler de façon formative l'acquisition partielle.
- Ils sont organisés en fonction des compétences nécessaires pour réussir la tâche demandée : les exercices de "simple application" sont toujours les premiers.
- Ils sont mêlés à quelques exercices ne dépendant pas de la "leçon du jour", pour maintenir en éveil les aptitudes d'analyse des élèves.
- Une différenciation des énoncés en fonction des compétences des élèves peut être envisagée avec profit, par exemple sous les formes suivantes :
    * mêmes énoncés, mais avec des valeurs numériques différentes (pour réduire les difficultés de calcul), des supports différents (papier uni ou quadrillé), des aides différents (par exemple l'utilisation d'une calculatrice)...
    * énoncés différents, dessins à reproduire différents, adaptés au niveau de chacun, pour travailler des compétences différentes...

Le choix des modes de correction
Les corrections collectives sont à éviter car elles ne mobilisent généralement pas l'attention de ceux auxquels elles sont destinées et n'apportent pas souvent d'éléments neufs à ceux qui ont réussi. Il est donc préférable d'envisager d'autres moyens de correction.
- Des mises en commun par petits groupes, avec une régulation interne au groupe et un appel au maître en cas de désaccord, peuvent être efficaces.
- Des "autocorrections" avec une fiche corrective, un calque,... qui permettent aux élèves de constater l'erreur, éventuellement de la trouver, profitent notamment aux élèves rapides.
- Des corrections individuelles (ou par petits groupes), avec le maître, sont nécessaires pour les élèves qui ont plus de difficultés.

● LES SÉANCES D'ÉVALUATION

Dans tous les cas, il est nécessaire de bien contrôler les compétences évaluées a priori pour dégager des éléments pertinents d'une réussite ou d'un échec à cette évaluation.

* S'il s'agit d'une évaluation **de début** de parcours, elle permet au maître de prendre des indices sur les connaissances antérieures des élèves, celles sur lesquelles il peut s'appuyer pour lancer sa progression. Notons qu'une telle évaluation peut se faire comme une séance d'apprentissage, pour "caler" la progression sur les compétences réelles des élèves. Elle joue alors le rôle d'un point zéro pour la notion ou la technique visée.

* S'il s'agit d'une évaluation **de fin** de parcours d'apprentissage, elle doit porter sur des compétences qui ont été effectivement travaillées chez les élèves.

Les séances d'évaluation **de fin** d'apprentissage sont à envisager de manière différée par rapport au temps d'apprentissage, pour évaluer des acquis effectifs et non des connaissances mémorisées à court terme. La préparation de ces séances est proche de celle des séances d'entraînement, l'important étant ici le choix des exercices, en respectant les points suivants :
- les énoncés de ces exercices ne comportent aucune ambiguïté ; la notion dont on doit évaluer la maîtrise est réellement en jeu dans la résolution ;
- les exercices portent sur des notions travaillées lors des séances de type 1 et 2 et sur lesquelles les enfants se sont entraînés lors de séances du type 3 ;
- les exercices sont de difficultés graduées, pour permettre de localiser la difficulté en cas d'échec[11] ;
- pour éviter l'effet de communication entre élèves trop proches, il est possible d'alterner les exercices (par exemple en changeant les valeurs numériques) entre deux voisins en veillant à donner des exercices de difficultés similaires.

[11] Il est éventuellement possible d'envisager un mode d'évaluation différencié par le choix d'exercices différents pour des élèves qui ont réellement progressé, mais qui n'en sont pas au même niveau de compréhension.

ANNEXE 2

Eléments pour construire une suite de séances à dominante mathématique et rédiger la fiche de préparation (cycle 1)

Remarque préalable

- *Conçue dans le même esprit que la précédente, cette fiche essaie de pointer des spécificités des activités à dominante mathématique du cycle 1.*
- *Pour la classe de grande section en particulier, ces éléments sont à croiser avec ceux présentés dans la fiche spécifique des cycles 2 et 3.*
- *Comme la précédente, cette fiche se veut un guide pour le maître pour penser aux différentes facettes de la préparation d'une séance (ou d'une séquence : suite de séances sur le même thème), sans autre prétention.*

REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'ORGANISATION DE LA CLASSE

♦ **Modes d'organisation**

Le maître dispose a priori de plusieurs modes pour organiser le groupe classe.

- Mode collectif :

Les enfants sont assis dans le coin regroupement, installés autour du maître, sur des chaises ou des bancs pour éviter des gesticulations sur le tapis. Pas d'enfant sur les genoux du maître. Le maître peut avoir un œil sur tous à la fois. L'éventuel enfant perturbateur peut être momentanément exclu du groupe (pas de la classe !) : dans ce cas, le maître lui accorde le droit de revenir de lui-même quand il se sent calmé. Le maître théâtralise au maximum pour soutenir l'attention, sollicite la participation des élèves, reprend, éventuellement reforme, les propositions des élèves.

- Mode atelier

Les enfants sont répartis par groupes de tables, les ateliers. Le maître s'occupe plus particulièrement d'un atelier (voire de deux), les autres ateliers sont autonomes, fonctionnant sur des tâches plus habituelles, plus connues des enfants. Le maître peut alors spécifiquement observer les enfants de l'atelier sélectionné.

Les ateliers peuvent présenter des dominantes disciplinaires[12]. Un roulement sur la semaine ou plus permet que tous les enfants fréquentent tous les ateliers.

Dans l'atelier, la tâche des élèves peut être **individuelle** (ils sont regroupés parce qu'ils ont le même type de tâche ou utilisent le même type de matériel, mais ils doivent s'organiser pour gérer le matériel), soit une tâche **de groupe**, qui les incite à s'observer, discuter, s'écouter, se contrôler les uns les autres.

Le maître peut alors :

- soit s'adresser à un enfant en particulier : il l'incite à formuler ce qu'il fait ou, notamment pour les plus petits, lui offre une verbalisation "miroir", qui corres-

[12] Cette répartition n'est cependant pas figée ; elle peut varier au cours du cycle. En Grande Section notamment, tous les ateliers de la séance peuvent être à dominante mathématique.

pond à une "mise en mots" de l'action de l'élève qui ne peut encore s'exprimer lui-même. Il pousse les plus grands à enrichir leurs procédures par des questions appropriées ou des contraintes évolutives ;
- soit s'adresser au groupe de l'atelier en incitant les enfants à s'entraîner les uns les autres : par exemple, il pointe la procédure de l'un, la fait expliciter par celui-ci pour essayer de la communiquer aux autres.

Les coins organisés dans la classe (coin cuisine, coin poupée, coin livres, coin lego, coin sable, ...) fournissent eux aussi des ateliers possibles, d'autant plus utilisés que les enfants sont petits. Les accès à ces coins doivent cependant être régis par des règles : pas plus d'enfants dans le coin cuisine que de tabliers (ou d'étiquettes sur collier de ficelle) disponibles, idem pour les autres, remise en place des objets déplacés,... Ces règles peuvent être rappelées régulièrement lors d'un moment collectif, surtout si elles sont mal appliquées. Elles sont toujours justifiées devant les élèves.

♦ **Les différents espaces**

Le maître dispose de plusieurs espaces qui appellent une attention différente de la part des élèves.
- Le coin regroupement appelle une attention soutenue ; les moments de regroupement correspondent à des temps d'écoute et de communication, surtout du maître vers tous les élèves.
- Les divers coins institués dans la classe représentant plutôt des coins de liberté, où l'enfant, soit seul, soit avec d'autres, se joue sa propre histoire.
- Les ateliers demandent certes une certaine concentration, mais plus au rythme de l'élève.
- Les espaces hors classe (salle de jeu, cour, couloir, salle d'accueil,...) offrent un lieu pour des activités collectives ou des activités en atelier. La "sortie" de la classe nécessite une certaine organisation : lors du regroupement précédent la "sortie", le maître précise les règles de déplacement (se déplacer par deux en se donnant la main, le doigt sur la bouche ou en chantant tout bas ou en comptant tout bas...), les tâches prévues, ainsi que la disposition du groupe-classe attendue dans l'autre lieu.

♦ **Les changements de "rythme"**

Au maître de veiller à alterner attention collective, attention individuelle, détente, à faire bouger les élèves en proposant des changements de coins, éventuellement des changements de lieux. Penser à ces alternances fait partie de la préparation de la journée.
Les changements d'activité, souvent ponctuées par des rangements, les retours à plus de silence, peuvent se faire avec des modulations de voix du maître : par exemple
- sur une voix chantée : "il va falloir maintenant tout ranger", pour signifier la fin de la phase "accueil" de début de matinée,
- pour calmer la classe, toujours sur une voix chantée : "il y a trop de bruit dans la classe aujourd'hui",

- pour ramener l'attention, chanter ou réciter ensemble une comptine connue, éventuellement mimée...

LES ACTIVITÉS À DOMINANTE MATHÉMATIQUE

> "*Dans la mesure où toute séquence pédagogique reste, du point de vue de l'enfant, une situation riche de multiples possibilités d'interprétation et d'action, elle relève toujours de plusieurs domaines d'activités sinon de tous. Pour l'enseignant, ces divers domaines sont éclairés par ses connaissances disciplinaires. En organisant les activités, il aura soin de définir des dominantes en fonction de l'objectif retenu*."

Extrait de L'Ecole Maternelle, *Programmes de l'école primaire*, Direction des Ecoles, 1995

Les activités à dominante mathématique s'inscrivent dans cette problématique. Les champs mathématiques de l'école maternelle se partagent entre les activités logiques (classifications, sériations,...), l'approche du nombre, le repérage dans l'espace, le repérage dans le temps, l'approche des grandeurs et de leur mesure, la reconnaissance des formes.

♦ Les moments pour les mathématiques

A priori il existe, dans la vie de la classe, trois occasions de faire faire des mathématiques aux élèves :
- lors d'activités rituelles (souvent après l'accueil du matin, par exemple l'appel, la date sur calendrier, etc.)
- lors d'activités fonctionnelles (par exemple pour déterminer des groupes à peu près équitables d'enfants pour les ateliers d'EPS, pour préparer une brique de lait par enfant pour la table de ses camarades, pour distribuer les foulards des équipes, etc.)
- lors d'activités construites spécifiquement par le maître avec des intentions pédagogiques bien précises, donc a priori plus artificielles dans l'histoire de la classe : par exemple un nouveau jeu,... Dans ce cas le maître choisit une introduction destinée à obtenir l'adhésion des élèves à la tâche (par exemple un conte mimé, pour faire comme le héros d'une histoire, etc.). Mais ces activités construites peuvent aussi consister en une exploitation approfondie d'activités fonctionnelles ou rituelles (par exemple à partir de l'appel du matin[13]).

♦ Mathématiques et jeux

Il est intéressant de ne pas laisser les élèves utiliser seuls un jeu nouveau que le maître pense exploiter pour des apprentissages. Ce jeu reste caché jusqu'au moment où le maître décide de le présenter, d'en définir les règles, et d'y faire jouer sous son contrôle, par séries d'ateliers successifs, les élèves de la classe. Quand

---

[13] Du rite de l'appel...à des activités mathématiques en grande section, C.Houdement, M.L.Peltier, dans *Grand N* n°51, pp. 13 à 23, 1992-93

le jeu a été suffisamment exploité comme jeu d'apprentissage dirigé, il devient jeu libre, à la disposition des élèves.
Il est recommandé de faire évoluer sur l'année l'ensemble des jeux à disposition des élèves : certains jeux disparaissent et d'autres apparaissent, développant d'autres compétences.

PRÉPARATION DES SÉANCES CONSTRUITES

La préparation concerne souvent simultanément plusieurs séances, dans la mesure où l'activité, pour toucher tous les élèves de la classe, devra tourner sur plusieurs jours. L'activité "phare" et les divers ateliers peuvent être les mêmes sur plusieurs séances.

Mise en route de la réflexion
- Délimiter un thème dans un des champs mathématiques (approche du nombre, activités logiques, repérage dans l'espace ou le temps,...). le mettre en relation (ou non) avec des activités rituelles, ou fonctionnelles, ou le projet de classe, ou d'école...
- Envisager les différentes facettes de ce thème, les compétences à construire sur ce thème, compte tenu de celles déjà acquises par les élèves.
- Cibler les compétences à construire avec précision.
- Choisir une (ou plusieurs) activité(s), situation(s) "phare", qui permettra (permettront) de développer les compétences visées :
    * jeu collectif,
    * activité collective autour d'une situation problème,
    * jeu à n enfants,
    * activité de groupe autour d'une situation problème.
- Prévoir les activités d'entraînement sur le même thème, mettant en jeu une ou plusieurs des compétences travaillées préalablement.

Description sommaire
- Finalité pour l'élève du jeu, de la situation...
- Références bibliographiques et adaptation au projet pédagogique et cognitif de la classe.

Matériel
- Pour le moment collectif :
    * préparer le matériel pour la présentation collective de l'activité "phare", le vérifier, le trier éventuellement pour ne garder que des éléments permettant d'entrer plus vite dans le sujet ;
    * choisir l'introduction collective de l'activité (un conte, un récit, un jeu, l'activité éventuellement simulée avec quelques enfants devant tous) ;
    * choisir la disposition des élèves pour l'écoute collective, choisir éventuellement les élèves pour la simulation de l'activité devant tous, etc.) ;

* préparer les listes de répartition des enfants par atelier (il peut y avoir diverses formes pour ces listes).

- Pour le travail en atelier
  * Choisir une répartition spatiale des ateliers pour pouvoir voir la classe en restant dans un atelier, pour rester plus près des éléments plus agités...
  * Prévoir le matériel à disposition (un exemplaire pour tant d'enfants, un nombre suffisant, mais pas trop grand, de pions, de cartes,... pour le groupe...) ? Déjà sur les tables ou à distribuer par qui et quand ?
  * Prévoir la reconnaissance des éventuels travaux (nom, date) et leur rangement (affichage, chemises ou casiers individuels).
  * Préparer une fiche avec le nom des enfants pour noter les observations en cours de séance.

Analyse préalable succincte
- Quel enjeu pour l'élève ? Comment faire pour qu'il entre dans la tâche, pour l'intéresser ?
- Analyse de la tâche du point de vue de l'élève.
- Variables didactiques envisageables.
- Comportements et/ou stratégies envisageables, influencés bien sûr par la connaissance qu'on a de l'élève (cette analyse permet de préparer une fiche d'observation des élèves).
- Eléments d'aide possibles.
- Comment se termine l'activité ? Qui "dit la réussite" ?
- Phases et temps de l'activité.
- Possibilité de prolongements.

UN EXEMPLE DE PRÉPARATION SUR PLUSIEURS SÉANCES (ET PLUSIEURS JOURS)

Séance 1 : *lancement de l'activité "phare" (phase collective)*

<table>
<tr><td>Pour une activité collective ou un jeu collectif.</td><td>Pour une activité de groupe autour d'un problème</td><td>Pour un jeu à n enfants</td></tr>
<tr><td>Présenter l'activité collective, la consigne bien soupesée, reformulée, les règles, le but. Présenter le matériel éventuel, le faire observer, décrire. Simuler éventuellement le début avec quelques enfants.</td><td>Présenter le problème, le matériel éventuel, la consigne lors du regroupement.</td><td>Le présenter collectivement pendant le regroupement : le faire observer, décrire, présenter les règles, préciser le but et l'enjeu.
Simuler le début d'une partie avec quelques enfants</td></tr>
<tr><td colspan="3">Dans chacun des cas, prévoir les consignes (les noter, les oraliser, varier le vocabulaire). Les faire reformuler par les élèves.</td></tr>
<tr><td>Le maître reste présent avec tout le groupe.</td><td colspan="2">Préciser que seul un groupe d'enfants fera cette activité maintenant, mais que tous passeront au fil de la semaine dans cet atelier.
Présenter rapidement les autres ateliers déjà connus des enfants, qui devraient tourner de manière autonome.
Lancer la répartition des enfants par atelier : en PS, le maître peut nommer les élèves. En GS, il peut préparer des listes écrites ou des groupes d'étiquettes et, soit charger des élèves de les lire, soit laisser les élèves se répartir selon ces listes dans les divers ateliers.</td></tr>
</table>

La répartition des enfants par atelier doit être prévue, notée sur l'ensemble des séances, de manière à les faire tourner. Certains enfants peuvent passer plusieurs fois dans le même atelier, soit pour reprendre une tâche non terminée ou mal comprise, soit pour jouer un rôle de meneur de jeu pour un groupe d'enfants plus timides.

Poursuite (phase collective ou en atelier)

Travail collectif	Travail en ateliers
Relancer l'activité, apporter des compléments d'information si nécessaire, faire des mises au point. Solliciter le maximum d'enfants. Noter sur une fiche préparée à l'avance les observations : stratégies utilisées, compétences mises en œuvre, difficultés rencontrées,.... Faire évoquer en fin de séance ce qui a été fait. Faire ranger le matériel par les enfants (sauf le gros matériel)	Rester disponible pour un atelier (au maximum deux). Les autres ateliers déjà connus, ou plus libres, tournent de manière autonome. Circuler de temps en temps pour vérifier. Pour l'atelier nouveau : faire reformuler les consignes, veiller au respect des règles, faire verbaliser les actions ou les décisions (ou apporter une verbalisation "miroir" du maître ou d'un autre enfant), relancer l'activité si nécessaire,... Noter sur une fiche préparée à l'avance les observations : stratégies utilisées, compétences mises en œuvre, difficultés rencontrées,.... Prévoir des prolongements ou des jeux libres pour ceux qui ont terminé. Faire ranger par les élèves le matériel utilisé.

Prévoir un bilan

- Emettre des hypothèses sur les origines des difficultés rencontrées (la fiche d'observation est un puissant outil d'analyse) :
  * par les enfants, pour entrer dans la tâche (s'y intéresser, comprendre la consigne), pour résoudre le problème posé, ...
  * par le maître, pour gérer le groupe entier, pour récupérer l'écoute collective...
- Essayer de pointer les décisions prises en cours de séance et de les analyser :
  * décisions d'ordre collectif (les changements par rapport à la préparation),
  * décisions d'ordre individuel (les rappels à l'ordre, les aides et soutiens,...)
- Faire des propositions de modification.

ANNEXE 3

Faire le bilan de sa séance

A l'issue d'une séance effectivement menée, le maître fait un rapide bilan de son travail et de celui de ses élèves. Nous souhaitons ici proposer une liste d'items pour réaliser un bilan détaillé.
Cet ensemble de tableaux se veut donc une aide pour établir le bilan d'une séance de mathématiques en cycle 2 ou 3. Des éléments pourront être repris pour une séance de cycle 1, mais tels quels, ces tableaux sont plus adaptés au cycle 2 et 3.
Quel est le but de cette analyse a posteriori ?
- d'une part, *à court terme*, permettre de prendre des indices dans le déroulement de la séance pour faire un bilan et ajuster la préparation de la séance suivante ;
- d'autre part, *à long terme*, repérer les éléments qui peuvent compromettre une séance et pouvoir les modifier a priori pour une séance du même type en s'appuyant sur des aides didactiques.
En quelque sorte, cette grille essaie de pointer des indices de "bon déroulement de séance" tant pour la gestion du groupe classe que pour l'apprentissage visé.

Mode d'emploi des tableaux
La séance est découpée en cinq phases, classiques dans un découpage a priori de séance :
- lancement de l'activité
- cours de l'activité
- conclusion de l'activité
- synthèse de la séance
- institutionnalisation éventuelle de la séance.

Pour chaque phase, un tableau de quatre colonnes regroupe des indices d'observation et d'analyse. Les deux premières sont basées sur l'observation[14] des élèves par le maître pendant la séance effective et sur le relevé de ses propres réactions et impulsions sur le déroulement. Les deux dernières correspondent à deux étapes d'analyse :
- la première correspond à une analyse immédiate, après la séance, des éventuelles modifications par rapport au projet initial ;
- la seconde essaie de mettre en relation ces modifications avec des questions didactiques essentielles.

[14] Bien entendu il s'agit d'une observation par à-coups, et non en continu, comme elle pourrait se pratiquer avec une personne extérieure au système constitué par le professeur et le-groupe classe. Elle sera donc sensible aux **pics** d'observation, aux indices les "plus frappants".

Lancement de l'activité			
Éléments d'observation		**Éléments d'analyse après-coup (retour sur préparation)**	
Indices pris sur élèves	Réaction du maître dans la classe	Analyse de surface	approfondie
Ai-je vérifié la compréhension de la consigne ? Comment : - en la faisant reformuler par les élèves, - en constatant que les élèves entrent directement dans la tâche ?... La consigne est-elle - comprise directement, - objet de discussion, - objet de négociation ?	Si la consigne est mal comprise, ai-je : - tenté diverses reformulations, -donné des exemples à l'oral, écrits au tableau, lesquels ? - démarré une méthode, à l'oral, décrite au tableau, laquelle ? - rattaché l'activité à la leçon précédente ("rappelez vous, c'est comme la dernière fois"), - changé le mode de travail (à deux au lieu d'individuel...), - etc.	La consigne était-elle - satisfaisante, - trop longue, - mal formulée... ? Le changement à chaud a-t-il - dénaturé la tâche, - négocié à la baisse (facilité ou induit la réponse), - fait démarrer comme souhaité.... ?	L'élève est-il responsable de son projet ou reste-t-il exécutant ? La tâche a-t-elle un sens ? L'élève peut-il avoir une idée de la tâche finie ?
Quelle proportion d'élèves s'est mise réellement au travail ? Après combien de temps ?	Suis-je intervenu au début - en précisant à nouveau la consigne, - en donnant un début de solution, de méthode, - en envoyant un élève montrer un début de solution au tableau, - etc.	Quel temps ai-je laissé aux élèves sans intervenir ? Un temps suffisant, trop court ? Ai-je une l'angoisse du silence ? Les élèves ont-ils cherché assez longtemps ?	Y-a-t-il réellement problème pour l'élève ? Les élèves ont-ils le temps d'entrer dans le problème ?

Cours de l'activité			
Éléments d'observation		**Éléments d'analyse après-coup (retour sur préparation)**	
Indices pris sur élèves	Réaction du maître dans la classe	Analyse de surface	approfondie
Les élèves prennent-ils des initiatives, par exemple : - prendre du matériel, - demander du matériel, - schématiser le problème, - établir un tableau, - etc.	Ai-je - noté les difficultés, - relevé des procédures, - compris toutes les propositions, les erreurs, - regardé tous les élèves avec le même regard, - porté des jugements de valeur, - encouragé des élèves, - freiné des élèves, - gêné des essais...	Ai-je un regard négatif, méfiant a priori sur certains élèves ? Ai-je des préférences visibles pour d'autres ? Y-a-t-il des élèves que je n'ai pas vus, pas regardés ?	La tâche est-elle adaptée aux compétences - des élèves en général, - de certains élèves ? Une différenciation - de la tâche a priori, - des aides fournies est-elle possible ? L'enjeu pour les élèves, pour certains élèves, est-il réel, absent, mal évalué ?
Certains élèves restent bloqués.	- Leur ai-je fourni une aide individuelle, orale, écrite.. ? - Les ai-je mis en relation avec d'autres plus avancés ? - Ai-je repris des explications pour eux seuls, collectivement ? - Ai-je donné la parole à d'autres pour qu'ils fassent un point de l'avancée de leurs travaux ?...	Pourquoi ? Y avait-il une - difficulté à entrer dans le problème (retour sur la consigne, la nature de la tâche, l'idée de la tâche finie...) ? - difficulté à se concentrer ? - mauvaise répartition des élèves ?	Quelles aides auraient pu être prévues a priori ? Serait ce possible, intéressant d'envisager une différenciation de la tâche a priori ?

Certains enfants sont agités.	- Les ai-je menacés de sanction ? - Les ai-je sanctionnés ? - Les ai-je associés avec un plus calme ? - Leur ai-je fourni une aide individuelle écrite ? - Les ai-je assistés oralement ?	Le moment de classe était-il propice à un tel travail ? (retour de piscine, accident de récréation...)	
Certains enfants ont fini avant les autres. Ont-ils perturbé la classe, aidé les plus lents...? Se sont-ils occupés (lecture, jeu,...) ?	Ai-je corrigé le travail des plus rapides ? Me suis-je prononcé sur leurs résultats ? Est-ce habile ? Efficace pour eux, pour le calme des autres ?	Des prolongements étaient-ils prévus dans la préparation ?	Quels moyens sont disponibles pour gérer ce temps d'activité "en plus" pour certains élèves ?

Conclusion de l'activité			
Éléments d'observation		**Éléments d'analyse après-coup (retour sur préparation)**	
Indices pris sur élèves	Réaction du maître dans la classe	Analyse de surface	approfondie
Les élèves étaient-ils prêts pour une conclusion ? (mesure de l'intérêt pour l'activité, du degré de fatigue, du degré de réussite,....). Quelle a été la qualité de l'écoute ? (attentive, difficile, nulle)	Quels choix ai-je faits ? - **J'ai proposé une correction** ***** moi-même. - Etait-elle collective, écrite ou orale ? Présentait-elle une solution ou plusieurs ? - Etait-elle individuelle ***** sous forme d'une autocorrection par les élèves (fiche corrective, calque,...) ***** sous forme d'une correction croisée des élèves.	La correction est-elle utile ? Pourquoi cette inattention ? - Fatigue (voir durée de l'activité, moment de la journée,...), - désintérêt après la recherche, - éléments chahuteurs ?	
Quel a été l'engagement de la classe ? - questions - demandes d'explications - incompréhensions - discussions,....	- **J'ai proposé une mise en commun** s'appuyant sur : ***** un affichage des travaux, ***** une présentation orale, ***** une présentation écrite au tableau, de tous, de quelques-uns (comment ai-je choisi les élèves qui passaient : au hasard, selon les procédures, des élèves moteurs, en difficulté... ?)	La gestion était-elle adaptée aux élèves, à la situation, à l'heure de la journée,... La séance devait-elle donner lieu à une correction ou à une mise en commun (par exemple s'il n'y pas plusieurs procédures, ou si tous ont trouvé, ou si seuls très peu n'ont pas abouti).	Réflexion autour de la gestion de la mise en commun : - choix des supports, - choix des élèves intervenant, de leur nombre, de l'ordre d'intervention (qui est fonction de l'observation faite pendant le déroulement), du rôle accordé par le maître à chacun

Les erreurs ont-elles été pointées par les élèves ? Expliquées ? Qui a validé (ou invalidé) les propositions ? Les élèves ont-ils réellement eu la parole ? Les élèves se sont-ils impliqués dans la mise en commun, même quand ils n'étaient pas au tableau ?	Lors de la mise en commun. - Quelle a été ma position dans la classe (devant, au fond,...) ? - Quel a été mon rôle ? Ai-je pris position au fur et à mesure ou sollicité le groupe classe pour qu'il se prononce ? Me suis-je limité à un échange duel avec celui qui passait au tableau ?...		(regard protecteur, admiratif, sceptique a priori...)....

Synthèse de l'activité			
Éléments d'observation		**Éléments d'analyse après-coup (retour sur préparation)**	
Indices pris sur élèves	Réaction du maître dans la classe	Analyse de surface	approfondie
Les élèves écoutent-ils, posent-ils des questions ? Les élèves gardent-ils une trace écrite du problème ? Sous quelle forme : - une procédure apportée parle maître, - une procédure imposée parmi celles proposées par les élèves, - une procédure au choix de l'élève (ou plusieurs) parmi celles rencontrées ?	Ai-je -pointé les procédures convenables, - les erreurs à éviter, - dégagé une ou plusieurs procédures plus efficaces ?	Les élèves ont-ils eu l'impression que je donnais la solution ? Ai-je respecté la pluralité des réponses correctes ? Finalement avons-nous avancé ensemble ? Ou ai-je tiré les élèves vers ma conclusion ?	Comment adapter une synthèse au travail effectif des élèves, après la mise en commun ?

Institutionnalisation			
Éléments d'observation		**Éléments d'analyse après-coup (retour sur préparation)**	
Indices pris sur élèves	Réaction du maître dans la classe	Analyse de surface	approfondie
Les enfants ont-ils - lu l'aide mémoire d'un manuel ? - construit un résumé ? - reçu un document ? L'institutionnalisation a-t-elle débouché sur une trace écrite ? Sur quel support : - un support collectif (affiche, tableau, cahier mémoire de la classe) ? - un support individuel (cahier, ...) ?	L'institutionnalisation est-elle - conforme aux prévisions ou non (pourquoi ?) - à la charge des élèves (éventuellement contrôlée par le maître) - énoncée entièrement par le maître ?	Les élèves ont-ils compris où menait la séance ? La séance laisse -t-elle une empreinte sur leur état de savoir ? Et si c'était à refaire.....? Comment enchaîner sur la suite de ma progression ?	La situation proposée mettait-elle effectivement en œuvre les savoirs ou savoir-faire que j'avais prévu d'institutionnaliser ?

Aide au mémoire professionnel

Pierre Eysseric - Yves Girmens[1]

Extrait du Cahier du Formateur, Tome 3 – Aix 1999. Le titre original de l'article est « Comment aider un stagiaire PE2 à identifier un sujet de mémoire à partir d'un centre d'intérêt qu'il a exprimé ? ».

Ce texte est rédigé à partir du travail d'un atelier dont le but était de permettre à des formateurs n'ayant encore jamais assuré l'encadrement d'un mémoire professionnel de professeur des écoles de deuxième année, de réfléchir à la manière dont un formateur peut aider un professeur stagiaire à démarrer son mémoire à partir d'un centre d'intérêt qu'il a repéré mais encore mal cerné.
Trois documents joints
- le compte-rendu d'un entretien simulé lors de l'atelier,
- un texte sur la place du mémoire dans la formation professionnelle des PE,
- un témoignage de pratique,
apportent des éclairages variés relatifs à la problématique de cet atelier.

Problématique :

Lorsque les professeurs des écoles stagiaires de deuxième année (PE2) ont à choisir leur sujet de mémoire, ils formulent souvent un projet qui exprime un centre d'intérêt, mais qui ne constitue pas encore une question professionnelle pouvant être à l'origine de leur mémoire.

Quelques projets fréquemment observés à ce stade sont, par exemple :

- « Je veux faire mon mémoire sur le travail de groupes »
- « Je veux faire mon mémoire sur le jeu en maternelle »
- « J'ai fait mon dossier de première année sur les moments de mise en commun ; je veux garder ce sujet pour mon mémoire ».

De telles intentions définissent un domaine d'étude mais ne constituent pas une question ou un problème relatifs à l'enseignement, que l'on se propose d'étudier.

Comment, à partir de tels projets formulés par les stagiaires, peut-on les amener à identifier une question professionnelle ?

Lors des premières rencontres, que dire à un stagiaire, vers quelles lectures théoriques le diriger, quelles actions lui conseiller pour initialiser sa

[1] Rédigé à partir du compte-rendu fourni par Muriel Fénichel.

réflexion et l'aider à repérer, à travers la préoccupation qu'il exprime, un sujet pouvant faire l'objet d'un mémoire ?

Bilan de l'atelier :

A partir de simulations d'un premier entretien dans un atelier réunissant des anciens et des nouveaux formateurs, on peut dégager quelques lignes directrices pour la conduite de celui-ci :

1) Le premier entretien ne doit pas donner lieu à la formulation d'une problématique : il est bien souvent encore trop tôt pour que le professeur stagiaire puisse la mettre en évidence et ce n'est pas au directeur de mémoire de lui en proposer une.

L'explicitation d'une problématique est à part entière une tâche de l'élaboration du mémoire : elle est donc à la charge du professeur–stagiaire. Néanmoins, le formateur doit guider le PE2 en lui permettant d'affiner et d'approfondir sa réflexion afin de l'aider à définir cette problématique.

> Le mémoire professionnel doit être un outil de professionnalisation :
> - Il doit être l'occasion d'initier à la démarche propre à tout enseignant : "l'enseignant se forme et s'informe", ce qui doit devenir pour lui un acte volontaire faisant partie de sa culture.
> - Il doit permettre d'initier le stagiaire à une démarche d'analyse de sa pratique : en cela, il est un moyen pour permettre au stagiaire d'acquérir la posture nécessaire en vue de mettre en oeuvre des pratiques choisies et construites.
> - Il doit développer chez l'enseignant stagiaire la capacité à échanger et à communiquer avec d'autres, ce qui constitue une dimension importante de son métier.

2) Le premier entretien doit permettre au professeur-stagiaire d'une part, *d'élucider les raisons de son choix*, ce qui peut l'amener à évoquer son rapport aux mathématiques et d'autre part, de clarifier les termes qu'il utilise dans la formulation de son thème.

C'est l'occasion, pour le formateur, de recueillir des pistes pour mieux guider le stagiaire à identifier, concernant le thème choisi, des questions susceptibles de constituer le contenu du mémoire, c'est à dire des questions auxquelles le mémoire pourrait tenter d'apporter des réponses.

Les simulations d'entretien fournissent des exemples qui illustrent cela :

- Faire expliciter par le PE2 ce qui l'avait amené à choisir le thème de la géométrie a permis de mettre en évidence le fait que « faire de la géométrie à l'école, c'est manipuler et que manipuler, c'est bien vu de la part de l'institution ».

Cela a permis au formateur d'une part, de reprendre avec le stagiaire les objectifs du mémoire afin de l'impliquer dans le choix du thème et d'autre part, de commencer à le faire réfléchir sur le rôle de la manipulation dans l'élaboration des connaissances géométriques.

- Faire expliciter par le professeur-stagiaire ce qui l'avait amené à se poser la question : « Comment donner du sens aux mathématiques ? », a permis au formateur de se rendre compte que le professeur-stagiaire se référait à deux expériences :

La sienne : « quand j'étais élève, je n'aimais pas les maths et je me pose des questions parce que je vais devoir les enseigner ».
L'observation qu'il a faite, dans une classe Freinet, de la manière dont les élèves apprenaient les mathématiques et de l'aspect « concret » de cet apprentissage.

Il est alors possible de l'encourager à approfondir sa réflexion en lui proposant d'aller voir fonctionner d'autres classes dans lesquelles les activités proposées permettent aux élèves de donner du sens aux mathématiques. Ainsi, il pourra dégager d'autres éléments qui pourront l'aider à affiner sa réflexion. Le formateur peut aussi lui conseiller une bibliographie : les ouvrages de la collection ERMEL, l'ouvrage de R. Charnay «Pourquoi les mathématiques à l'école ? ».

- Faire expliciter par le professeur-stagiaire ce qui l'avait amené à choisir le thème de son dossier professionnel a permis au formateur de se rendre compte que le stagiaire ne connaissait pas les objectifs de la constitution du mémoire.

Le formateur peut alors expliquer la différence entre le dossier et le mémoire et l'amener à évoquer le contenu de son mémoire pour dégager des pistes de questionnement qui lui permettront de démarrer une réflexion et de construire un sujet d'étude.

3) Une des difficultés du formateur est de ne pas trop s'impliquer dans le mémoire : il s'agit, pour lui, de rester objectif par rapport aux propositions du stagiaire, de ne pas « dénaturer son projet » tout en restant vigilant, de respecter son choix tout en lui permettant éventuellement de modifier certaines de ses conceptions en lui proposant d'aller observer des classes bien choisies et de lire certains ouvrages.

4) L'objectif de ce premier entretien est aussi :

- De rappeler ou d'introduire ce qu'est un mémoire professionnel (selon les IUFM, cet entretien est la première occasion d'évoquer ce que représente le mémoire professionnel dans la formation du stagiaire et ce qu'il doit contenir).

- De rappeler certains incontournables : choix de la classe ou des classes d'expérimentation, récupération des travaux d'élèves, place des réflexions théoriques dans l'élaboration du mémoire, date de remise du mémoire.

- De proposer à l'étudiant un cadre de travail précis lui permettant d'affiner sa formulation et d'apporter des éléments au formateur avant une deuxième entrevue dont ce dernier devra fixer la date.

Voici un exemple de cadre de travail donné au professeur stagiaire voulant construire son mémoire autour de "faire de la géométrie à l'école":

- Un travail de réflexion sur la géométrie : en quoi la géométrie vous intéresse ? Comment amener des élèves de l'école élémentaire à faire de la géométrie ?

- Un travail de réflexion sur ce que signifie "manipuler une figure géométrique".

Les formateurs ont conseillé à l'étudiant de consulter la thèse de M-H Salin et de René Berthelot : " L'enseignement de la géométrie à l'école primaire".

En résumé, lors du premier entretien, le questionnement du formateur doit amener le professeur-stagiaire à élucider son choix, à faire émerger un sujet d'étude plus consistant.

Le directeur de mémoire doit aussi lui proposer des axes et supports lui permettant d'avancer.

Ce moment peut être considéré comme un moment de dévolution : le formateur doit amener le stagiaire à prendre conscience que la responsabilité de l'élaboration et de l'écriture du mémoire lui incombe.

DOCUMENT N°1

Compte-rendu du déroulement de l'entretien simulé entre les formateurs et le professeur stagiaire dont le choix du thème de mémoire est :
"Comment donner du sens aux connaissances mathématiques ?"

Pour permettre aux nouveaux formateurs de réfléchir au rôle du premier entretien, les animateurs de l'atelier ont proposé la situation suivante : trois nouveaux formateurs devaient jouer le rôle du formateur conduisant l'entretien, le rôle du stagiaire PE2 étant, quand à lui, tenu par un formateur expérimenté.
Le déroulement effectif de l'entretien simulé[2] concernant le thème de mémoire « Comment donner du sens aux connaissances mathématiques ? » montre la grande difficulté des « formateurs directeurs de mémoire » à aider le « stagiaire » à faire évoluer son questionnement sans lui donner leurs propres pistes de réflexion.
Cette difficulté a été accrue du fait que trois personnes se partageaient le rôle du directeur de mémoire, de ce fait le « stagiaire » avait du mal à gérer des questions s'inscrivant dans des cheminements différents.

Malgré cela, des remarques utiles peuvent être formulées :
Ainsi, pour « le stagiaire », donner du sens aux connaissances mathématiques, c'était passer par la motivation et faire ressortir l'utilité des mathématiques. Pour les formateurs, c'était autre chose. Cependant, ils n'arrivaient pas vraiment à amener l' « étudiant » à « sortir » de ses deux expériences personnelles : la sienne en tant qu'ancien élève et celle observée dans une classe Freinet.

Il y a donc une difficulté réelle que tous les formateurs rencontrent : aider l'étudiant à garder le thème qu'il a choisi sans le transformer, sans lui souffler la manière dont on aimerait qu'il le traite.

Il s'agit de respecter l'optique de l'étudiant tout en conservant notre optique de formateur.

Que peut faire un formateur face à un tel étudiant :

- lui donner des exemples d'activités dans différents domaines des mathématiques permettant de donner du sens aux mathématiques ;
- lui proposer d'aller observer d'autres classes dans lesquelles les élèves vivent l'apprentissage des mathématiques d'une autre manière que dans une classe Freinet ;
- lui apporter un éclairage sur ce que l'on entend par la dialectique outil/objet ;
- lui conseiller quelques éléments de bibliographie qui l'aideront à élargir sa réflexion à propos de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire : « Pourquoi des mathématiques à l'école », de R.CHARNAY, Editions E.S.F.;

[2] La transposition de ce déroulement est présentée dans le tome 3 des Cahiers du Formateur, Aix, 1999.

- l'éclairer sur toutes les composantes qui entrent en jeu dans l'apprentissage d'un concept mathématique : le lien avec les autres concepts, le rôle du langage, des représentations ;
- le faire réfléchir sur le rôle des interactions dans l'élaboration des connaissances : y a-t-il des manières de faire vivre des interactions autres que celle du tutorat évoqué par l'étudiant à propos de la mise en place des connaissances mathématiques dans la classe Freinet ?

DOCUMENT N° 2

PISTES POUR UNE FORMATION PROFESSIONNELLE DES PE2
La place des mémoires professionnels (P. Eysseric)

I Quelques réflexions préliminaires :

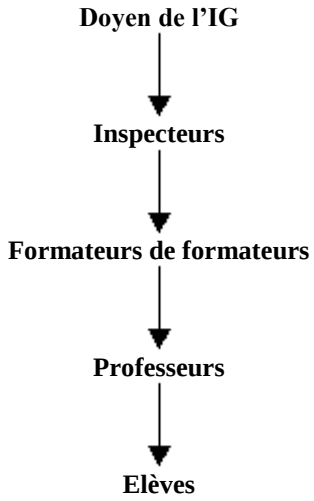
a) Information ou formation ?

- Formation : celle-ci essaye d'agir sur les représentations des formés, en général pour les modifier.
  Il s'agit de "donner la forme".
- Information : on met à disposition des savoirs et des résultats divers, on renvoie à des éléments bibliographiques,...
  Il s'agit de "remplir la forme".

b) A propos de deux modèles pour la formation des enseignants:

(Citation de mémoire d'un Inspecteur Général de Mathématiques au cours d'un colloque en mai 1982)

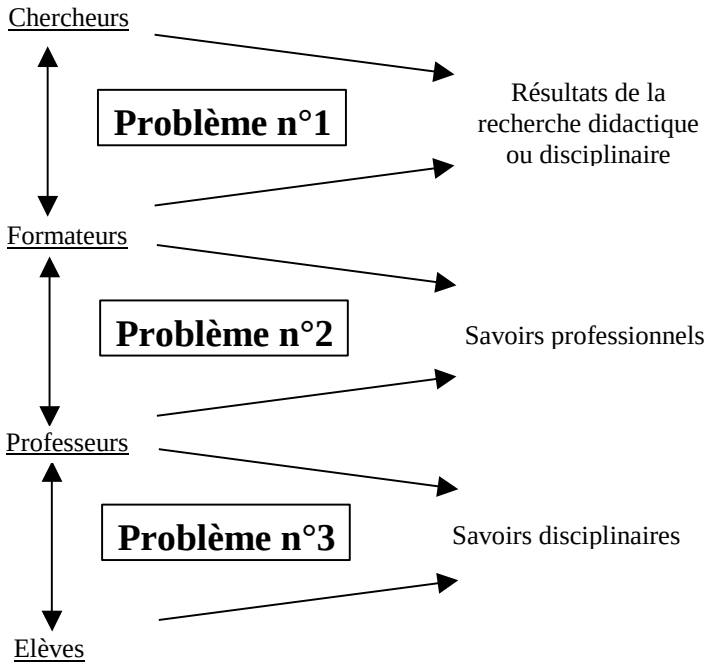
- *Modèle 1*



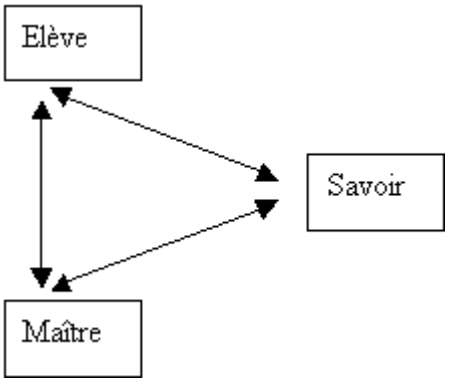
Il s'agit d'un modèle vertical qui relève *plus de l'information que de la formation,* avec, à l'extrémité supérieure de la chaîne : celui que personne ne forme ou celui que personne ne peut former ou celui d'où part toute information ou

celui qui contient toute l'information ou celui qui a atteint le stade ultime d'évolution en matière de formation ou... *comment distinguer le plein absolu du néant ?*...

- *Modèle 2*



Un modèle en réseau dans lequel on retrouve à tous les échelons un triangle didactique :



Un modèle qui donne sa place à la formation, comme à l'information.

Un modèle dans lequel la confrontation du "formé" avec les "problèmes" joue un rôle-clé dans la construction des savoirs :

- Problèmes n°1 : problèmes disciplinaires dont la résolution débouche sur un savoir nouveau, un apprentissage disciplinaire, l'augmentation des savoirs disponibles chez les élèves d'une classe.

- Problèmes n°2 : problèmes relatifs au « comment enseigner le moins mal possible les savoirs des programmes. »

- Problèmes n°3 : problèmes de modélisation des pratiques d'enseignement et d'apprentissage, pour mieux les comprendre, les améliorer,...

- Problèmes n°3' : problèmes disciplinaires débouchant sur l'augmentation des savoirs disponibles pour l'humanité.

c) Formation professionnelle:

Dans le modèle 1, on est davantage dans la formation à un métier : à chaque échelon, on trouve des exécutants qui ont reçu depuis le niveau supérieur une information qu'ils transmettent au niveau inférieur après une transformation communément appelée aujourd'hui transposition didactique ; on a une chaîne de transmission de l'information.

Le modèle 2 me semble relever davantage de la professionnalisation.

Pour l'illustrer, je citerai quelques éléments qui me semblent caractéristiques du **professionnel de l'éducation :**

- Le professionnel s'informe :

Il se tient au courant des avancées de la recherche (et ce pas seulement par l'intermédiaire des spécimens de manuels scolaires).

Il lit des publications professionnelles.

Les sources d'information sont diverses : manuels scolaires, livres du maître, articles de la presse écrite, émissions de télévision, revues professionnelles généralistes destinées aux enseignants (JDI, La Classe,...) ou plus spécialisées (Grand N), revues publiées par des mouvements pédagogiques ou des associations de spécialistes, livres et articles de chercheurs dont l'importance des contributions n'est pas toujours proportionnelle à leur degré de médiatisation…

Mais, depuis les articles publiés par des chercheurs en didactique des disci-

plines ou en sciences de l'éducation jusqu'aux manuels scolaires accompagnés de leurs livres du maître, une "transposition didactique" s'effectue qui modifie sensiblement l'information recueillie.

Le professionnel de l'éducation doit être quelqu'un qui s'informe à tous les niveaux et non un individu dont l'information se limite aux manuels scolaires à la mode, à la grande presse et aux émissions radio ou télévision.

- Le professionnel se forme :

Il n'est pas un praticien isolé qui reproduit d'année en année ce qu'il a vu faire.

Il réfléchit ses pratiques, les discute avec ses pairs, les remet en question afin d'évoluer positivement.

Il confronte ses pratiques aux avancées de la recherche pour un questionnement mutuel.

Le praticien de l'éducation s'insère donc dans un réseau où il retrouve ses proches collègues, mais aussi toutes les catégories de professionnels de l'éducation. Cela se fait, d'une part par l'intermédiaire de la formation continue officielle (les stages) mais aussi par la vie associative ou la participation à diverses rencontres ou colloques.

II Le mémoire dans le processus de professionnalisation des PE.

Il est important de remarquer que "se former" est un acte volontaire; le professionnel de l'éducation ne peut pas attendre qu'on le forme : il doit se donner les moyens de formation permanente.

Ces attitudes de professionnels ne sont pas innées ; elles doivent être initialisées lors de la formation initiale.

Le mémoire professionnel des Professeurs d'École Stagiaires me paraît être un moment privilégié de la formation pour faire découvrir aux futurs enseignants tout ce qu'ils peuvent espérer pour leur pratique à venir, s'ils acceptent de s'inscrire dans une telle dynamique de formation permanente.

Comment ? Les trois exemples qui suivent tentent de l'illustrer.

a) L'inscription dans une recherche-action en cours :

Le travail commence par une prise de contact avec différentes classes participant à un dispositif d'innovation pédagogique : les Ateliers de Recherche en Mathématiques (A.R.M.): observation, intérêt personnel du stagiaire pour le dispositif.

Durant plusieurs semaines, il va observer, puis participer à des A.R.M., discuter avec les enseignants qui les mettent en place, lire divers textes parlant de ce dispositif (en particulier, plusieurs mémoires écrits par des stagiaires au cours des années précédentes), puis arrive le moment du questionnement : il a envie de comprendre, d'analyser et il en vient à des lectures moins directement liées à la pratique (textes sur la démarche scientifique par exemple,…).

Enfin il revient sur le terrain avec une problématique : la pratique des A.R.M. contribue-t-elle à améliorer la réussite des enfants dans la compréhension et la résolution des problèmes de mathématiques ordinairement proposés à l'école?

Un dispositif est alors élaboré pour obtenir quelques éléments de réponse à cette question à travers l'observation de quatre classes.

b) De la lecture d'un pédagogue fortement médiatisé à une réflexion approfondie sur les mécanismes de mémorisation des tables :

Au départ la stagiaire me parle de son intérêt pour les travaux de La Garanderie dont elle a retenu qu'il existe des élèves "visuels" et des élèves "auditifs'', et elle souhaite voir à travers son mémoire professionnel si ces travaux peuvent être utilisés pour les apprentissages mathématiques à l'école. Je lui signale alors le travail d'une de ses collègues de l'année précédente et lui conseille d'en prendre connaissance.

Après lecture de ce mémoire, elle revient me voir : elle va travailler dans une classe de CP et veut mettre en place des activités pour favoriser la mémorisation par les enfants du répertoire additif.

Pour l'instant, il n'est pas question pour elle de lectures théoriques ; tout son intérêt est concentré sur la pratique et la conception de séances ; je la laisse avancer.

Au bout de quelques semaines, elle en arrive à se poser des questions sur la mémorisation et cherche des références bibliographiques.

Elle revient me voir un peu désespérée car il lui semble que tout ce qu'elle a lu sur la mémorisation ne lui apporte rien pour son travail ; tout cela est trop général ; ce qu'elle voudrait, c'est trouver des textes plus pointus sur la mémorisation en mathématiques.

Je choisis alors de lui communiquer plusieurs publications de J.P.Fischer. Ce ne sont pas des textes faciles, mais, au stade de travail où elle est arrivée, ils répondent à un véritable besoin et cela explique sans doute qu'elle se les soit appropriés remarquablement. Cela lui permet de restructurer son travail et lui donne un nouvel élan.

c) <u>Questionner une pratique, la confronter aux recherches récentes :</u>

Deux stagiaires reviennent enthousiasmées de leur stage de pratique accompagnée dans un CP : elles ont découvert qu'on peut manipuler en mathématiques et elles veulent montrer dans leur mémoire que la manipulation est un bon outil pour les apprentissages mathématiques.

Les échanges que nous avons eus régulièrement (environ toutes les deux semaines) les conduisent progressivement à affiner leur questionnement sur la manipulation et à passer de « *Comment faire manipuler les enfants pour améliorer les apprentissages mathématiques ?* » à *« La manipulation peut être un bon outil, mais parfois aussi un obstacle aux apprentissages mathématiques. Quelle place donner aux manipulations pour qu'elles favorisent les apprentissages ? ».* Elles ont confronté les séquences mises en place en Grande Section de Maternelle aux travaux d'ERMEL et de R.Brissiaud en s'interrogeant sur la place et le rôle des manipulations. Cela a fait évoluer le regard porté sur les pratiques observées en début d'année : parties de la reproduction d'une pratique, elles sont parvenues à la réflexion et à la construction de leur pratique !

Dans ces trois exemples, le mémoire professionnel a été l'occasion de découvrir, d'une part des textes et des auteurs dont la réflexion éclaire une pratique,

d'autre part l'importance des échanges avec d'autres professionnels de l'éducation.

Il faut espérer que cela sera l'amorce d'une démarche professionnelle qui se prolongera au cours de la carrière de ces deux professeurs d'école.

Peut-être faudrait-il aussi envisager des dispositifs de formation continue au cours des cinq premières années d'exercices dont l'objectif serait, comme pour le mémoire, l'acquisition de ces ***deux gestes professionnels fondamentaux pour un enseignant : s'informer et se former...***

DOCUMENT N°3

UN TEMOIGNAGE DE PRATIQUE : COMMENT AIDER UN STAGIAIRE A PASSER D'UNE PREOCCUPATION A UN OBJET D'ÉTUDE PROFESSIONNEL ?

COMPTE – RENDU DU PREMIER ENTRETIEN : **(**Y. Girmens)

Point de départ : Le stagiaire a exprimé un intérêt pour l'erreur en mathématiques. Il indique qu'il a fait ce choix après le premier stage de Pratique Accompagnée et il ne dispose d'aucun matériau après les deux stages de Pratique Accompagnée.

Le premier entretien s'est déroulé en quatre temps :

1) *Aide à l'identification et à l'explicitation des raisons qui poussent le stagiaire à s'intéresser à ce sujet* :

- Un désappointement devant la production d'une erreur par un élève ; un sentiment de quelque chose de « raté » ; un malaise quand il n'obtient pas de l'élève la réponse qu'il attend.
- Une difficulté pour donner une signification à une erreur (selon le moment de l'apprentissage où elle survient).
- Un sentiment d'impuissance devant une erreur : ne pas savoir quoi faire, comment réagir.
- Un écho d'un vécu douloureux quand il était élève.
- La difficulté à communiquer une erreur à un élève : comment signaler une erreur à l'écrit ? Faut-il barrer ? Souligner ? Écrire que c'est faux ?
- Une interrogation culturelle, qui contraste avec son vécu : « on m'a dit que l'erreur est un moyen d'apprendre mais comment faire ? ».

2*) Discussion autour de la signification d'une production d'erreurs pendant l'apprentissage* :

Cela a permis au stagiaire de convoquer ses expériences et ses représentations et au directeur de mémoire d'aborder quelques repères théoriques (temps d'apprentissage, obstacle, conception…), en tenant compte du niveau de connaissances du stagiaire.

Cela débouche sur le conseil de premières lectures :

- Le texte de R.Charnay sur l'erreur.
- Le livre de J.P. Astolfi : « L'erreur, un outil pour enseigner ». (Editions E.S.F).

3*) Inventaire de « questions professionnelles » concernant l'erreur* :

Le formateur incite le stagiaire à passer en revue le maximum de questions relatives à l'erreur, en rapport avec des pratiques d'enseignement :

- Comment exploiter des productions d'élèves après un travail de recherche au niveau de la classe ?
- Quels moyens pédagogiques peut-on mettre en œuvre pour aider les élèves à rectifier des connaissances mal faites ?
- Comment réagir en présence d'erreurs à l'écrit ? Quel travail de correction peut-on proposer aux élèves ?
- Peut-on écrire des solutions fausses au tableau ? Si oui, à quelle condition ?
- Quels dispositifs peut-on utiliser pour travailler à partir d'erreurs ?
- Peut-on demander à un élève de corriger lui-même ses erreurs ?
- Comment travailler de manière différenciée sur des erreurs ?

4) Définition d'un projet d'action :

En CE1, sur la multiplication d'un entier par un entier à un chiffre, le stagiaire recueillera des productions et repérera les erreurs produites.

Il expérimentera ensuite divers moyens de traiter ces erreurs : analyse collective de productions, groupes de besoin, tutorat.

Le stagiaire reçoit comme commande de produire un écrit présentant le compte-rendu de ses expériences.

Bibliographie de mathématiques pour les professeurs des écoles

COPIRELEM[1]

Ceci est une bibliographie concernant l'enseignement des mathématiques à l'école. Bien entendu elle est datée et non exhaustive. Certains ouvrages sont cités plusieurs fois, sous la rubrique correspondante.
Plusieurs types d'ouvrages sont recensés :
* les uns proposent, dans tout domaine lié à l'enseignement, des résultats de recherche, susceptible d'éclairer la réflexion didactique ; (code R)
* les autres proposent des idées d'activités de classe, plus ou moins bien étayées ; (code C)
* d'autres encore offrent une réflexion de fond sur des questions essentielles comme la gestion des erreurs, les différenciations possibles, etc. ; (code F)
* d'autres encore passent en revue des thèmes mathématiques de l'école, sans donner en détail des idées d'activités de classe ; ou donnent des idées à construire en activités de classe. (code G)

Certains ouvrages fournissent des idées d'activités de classe, d'autres permettent une première réflexion vers le mémoire professionnel. Certains ouvrages sont aussi cités parce qu'ils sont DÉCONSEILLÉS.

Une liste d'adresses d'édition qui ne font pas partie du circuit des libraires figure à la fin de cet article.

POUR LA FORMATION DES PROFESSEURS D'ÉCOLE EN MATHEMATIQUES

- *Se former pour enseigner les mathématiques* (Ed A.Colin, 1993, aussi Bordas 2000) quatre tomes

1 - Problèmes, Géométrie
2 - Maternelle, Grandeur et mesure
3 - Numération, Décimaux
4 - Opérations, Fonctions numériques

Par thème, quelques considérations théoriques, des exemples d'activités pour les étudiants et les élèves de l'école, des problèmes à chercher. Ouvrage de référence pour approfondir. (G)

[1] Ce document a été construit à partir de la bibliographie personnelle de Catherine Houdement.

Plutôt sur les mathématiques

- *Les structures numériques à l'école primaire* et *Les outils numériques à l'école primaire et au collège*, C. MAURIN, A. JOSHUA (Ed Ellipses, 1993) : pour une mise à niveau sur les notions numériques de l'école (nombres, arithmétique, opérations, fonctions numériques) replacées dans les mathématiques en général. (G)

- *Préparation à l'épreuve de mathématiques du concours de professeur des écoles*, R. CHARNAY, M. MANTE : 2 tomes, (Ed Hatier, 1995-96) pour mettre à jour ses connaissances sur les thèmes mathématiques de l'école. (G)

Plutôt sur la didactique

- *Les enjeux didactiques dans l'enseignement des mathématiques*, J. BRIAND, M.C. CHEVALIER, Ed Hatier (1995) : une bonne synthèse sur la didactique des mathématiques ; des "exercices" de didactique corrigés. (G)

MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE PRIMAIRE

Document indispensable à tout enseignant du premier degré : les programmes 2002

- Soit sous forme de deux livres : *Qu'apprend-on à l'école maternelle ?* et *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ?* en vente en librairie (XO Editions)
- Soit sous forme du *BO Hors Série N°1* du 14 février 2002, en vente au CRDP.

A - Sur l'ensemble des mathématiques de l'école

- **Indispensable** *: Les documents d'application des programmes en Mathématiques :* deux cahiers du CNDP (cycle 2 et cycle 3) qui commentent et explicitent les contenus de mathématiques de l'école élémentaire.
Consulter aussi régulièrement le site *www.eduscol.education.fr/* où des fiches d'accompagnement sont présentées.
- *Pourquoi des mathématiques à l'école ?*, R. CHARNAY (1996, Éditions ESF Collection Pratiques et Enjeux Pédagogiques) : un aperçu sur les relations entre culture et mathématique, une vision actuelle de l'enseignement des math. (G)
- *Travailler par cycles de la PS au CM2 en mathématiques*, C. METTOUDI, A. YAICHE (1995, Éditions Hachette) : aide à la préparation de classe : détail des différentes compétences élèves pour chaque champ mathématique.
- *Dessine-moi une séance*, C. HOUDEMENT, M.L. PELTIER (1997, IREM de Rouen) : aides méthodologiques pour construire et mener des séances de mathématiques à l'école. (F)
- *Apprentissages Mathématiques à l'École Élémentaire* (ERMEL) (C)
CP : 1 tome (1977), dépassé sur le nombre, ne consulter que les activités

spatiales
CE : 2 tomes (1979)
CM : 3 tomes (1981-82) : pour le numérique voir les nouvelles éditions
ERMEL (Équipe de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques à l'École Élémentaire), Ed Hatier.
- *Aides pédagogiques :*
  * *pour le CP* (1978) : dépassé sur le nombre, ne consulter que les activités spatiales *de l'A.P.M.E.P*
  * *pour le CE* (1980)
  * *pour le CM* : Géométrie (1983), Décimaux (1986), Situations-Problèmes (1987).

Ces deux dernières séries d'ouvrages sont des études, du point de vue de l'enseignant, des savoirs mathématiques à dispenser à l'école élémentaire. Elles contiennent des propositions d'activités de classe. (C)
- *Enseigner les mathématiques à l'école*, F. CERQUETTI-ABERKANE (1992, Éditions Hachette) : par thème, bref rappel théorique avec références historiques et suggestions d'activités pour la classe. Certaines parties très discutables, par exemple soustraction, géométrie.

B - Sur la géométrie

- Dans la revue ***Grand N*** (IREM de Grenoble), un état des lieux sur la géométrie, des nouvelles propositions : (R)
  *"L'enseignement de la géométrie à l'école primaire" BERTHELOT - SALIN (1994). *Grand N* n°53, p.39-56.
  *"Réflexion sur l'enseignement de la géométrie " HOUDEMENT - KUZNIAK (1999). *Grand N* n°64, p.65-78.
  *"L'enseignement de l'espace à l'école" BERTHELOT - SALIN (1999). *Grand N* n°65, p.37-61.
  *"Reproduction de figures au cycle 3" VERNET MASSELIN (2000) *Grand N* n°65, p.15-34
  *"Reproduction et géométrie en cycles 1 et 2" N. BOULEAU (2001). *Grand N* n°67, p.15-32 : exemples d'activités ; compétences techniques et structuration de l'espace développées par de telles activités.
  * "Le napperon" PELTIER (2002) *Grand N* n°68.
- *Espace et Géométrie*, F. BOULE (1979, Ed CEDIC Nathan) : définit la connaissance de l'espace souhaitable chez l'enfant (F)
- *Questions sur la géométrie et son enseignement*, F.BOULE (2001, Ed Nathan Pédagogie) : une réflexion sur l'enseignement de la géométrie de la maternelle au collège.
- *Géométrie : une approche par le dessin*, Y. DUCEL, M.L. PELTIER (1986, IREM de Rouen) : compte-rendu d'une expérimentation en CM2. (C)
- *La géométrie au cycle 2* RINALDI A.M. (1995, Hachette Éducation) : une série d'activités autour de la géométrie de la GS au CE1, axées sur un point de départ stimulant les réactions spontanées des élèves. (C)

- *Enseigner la géométrie cycle 2* (1996, Ed Bordas) et *cycle 3* (1998, Ed Bordas) HELAYEL et al : (F et C) : une approche globale de la géométrie et des propositions détaillées de travaux géométriques à partir de matériel.
- *Géométrie à l'école élémentaire* 2 tomes *cycle 2, cycle 3* LACHAUSSEE D. (1991, CRDP de l'Aisne) : (C) au cycle 2 accumulation d'expériences géométriques liées à la feuille de papier ; au cycle 3 plus directif, fournit un exemple de « cahier de géométrie » sans définition.
- *La géométrie par le dessin au cycle III*, C. HAMEAU (1996, Ed Nathan pédagogie) : trois progressions thématiques simples sur la géométrie plane. (C)
- *Aides pédagogiques de l'A.P.M.E.P pour le CM* : *Géométrie* (1983) : une série d'activités à mettre en place en CM. (G)
- *Le Moniteur de Mathématiques* cycle 3 *Géométrie*.(Nathan 1997) : un guide pédagogique et 2 cahiers (CE2-CM1 et CM1-CM2) proposant une progression raisonnée sur la géométrie plane.
- *Travaux géométriques : apprendre à résoudre des problèmes*, IREM de Lille, 1998.
- *Travaux géométriques en 6ème*, A. Kuzniak et C. Taveau, Nathan Pédagogie, 1998 : une présentation de séquences détaillées étayées par des commentaires didactiques et mathématiques, ainsi que par des remarques sur les difficultés rencontrées par les élèves. Est utile pour travailler sur la charnière CM2-6ème.

C - Sur les apprentissages numériques et opératoires

0* Aides pédagogiques par niveau traitant des problèmes numériques (dénombrer, calculer)

- *Apprentissages numériques*, ERMEL **Grande Section** (Ed Hatier, 1990) : aide pédagogique faisant une synthèse actuelle sur le nombre entier et donnant des idées d'activités numériques. (C)
- *Apprentissages numériques*, ERMEL **CP** (Ed Hatier, 1991) **CE1** (Ed Hatier, 1993) cf. ci-dessus. (C)
- *Apprentissages numériques et résolution de problèmes*, ERMEL **CE2, CM1 et CM2** (Hatier de 95 à 2001). (C)

1* Apprentissages du nombre entier

- *Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention*, IFRAH G. (1985), Éditions Robert Laffont : une passionnante histoire de la numération (c'est-à-dire des codages des nombres) (R)
- *Comment les enfants apprennent à calculer*, R. BRISSIAUD (1989, Éditions Retz) (F)
- *L'enfant et le nombre*, FAYOL M. (1990, Éditions Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse) : un point sur les dernières recherches cognitives sur le nombre et son acquisition, ainsi que sur les opérations. (R)
- *Un, deux,... beaucoup, passionnément !* , INRP, Rencontres Pédagogiques n° 21 (1988) : (F) Comment construire des connaissances numériques à partir des compétences initiales des élèves, ouvrage qui a précédé et est développé dans les livres qui suivent :

- *Quatre étapes pour une évaluation continue en première partie de cycle 2* [M.H. SALIN, J. BRIAND] (1996, IREM de Bordeaux) : pour évaluer les compétences numériques des enfants et bâtir une progression adaptée en cycle 2.

2* Structures additives et multiplicatives

Les chapitres sur l'addition et la soustraction, sur la multiplication et la division des derniers ERMEL cités (C)

Le Moniteur de Mathématiques cycle 3 *Résolution de problèmes*.(Nathan 1997) : un guide pédagogique et 2 cahiers (CE2-CM1 et CM1-CM2) pour évaluer sur problèmes additifs et multiplicatifs.

Deux publications de l'A.P.M.E.P.

- *La Multiplication*, Elem-Math 2, 1976 (C)
- *La Division*, Elem-Math 3, 1977 (C)

Deux publications de L'I.R.E.M. de Bordeaux, qui présentent des activités détaillées et justifiées sur les thèmes cités

- *La Multiplication au CE*, [R. BERTHELOT] (1985) (C)
- *La Division à l'école élémentaire* [J. BRIAND] (1985)

3* Nombres non entiers

- *Nombres décimaux*, DOUADY R. PERRIN-GLORIAN M.J. (1986), Brochure de l'IREM de Paris 7 : une réflexion de fond sur cet enseignement. (R)
- *Aides pédagogiques de l'A.P.M.E.P pour le CM* : *Décimaux* (1986) : éléments de réflexion et de progression sur les non entiers (C)
- *La machine à partager, Fractions et décimaux au cours moyen*, C. HOUDEMENT, M.L. PELTIER (1994, I.R.E.M. de Rouen) : un exemple de progression introduisant les fractions, puis les décimaux au CM. (C)

4* Calcul mental, jeux numériques

- *Calcul mental au quotidien cycle 2* M.L. PELTIER (2000, Ed Hatier Mosaïque) : activités de calcul réfléchi.
- "Étapes du calcul mental". F. BOULE (1998). *Grand N* n°62 p.15-34 : esquisse d'une progression qualitative sur l'école.
- *Le Calcul Mental à l'école,* F. BOULE (1997, IREM de Bourgogne) : expérimentations, propositions. (R)
- *Le calcul mental au cycle des apprentissages fondamentaux (CP/CE1) et au cycle des approfondissements (CE2, CM1, CM2)*, C. LETHIELLEUX, (1992-93, A.Colin, Pratiques Pédagogiques : deux tomes donnant une progression sur le calcul mental dans ces cycles. (C)
- *Jeux de calcul*, F. BOULE (1994, Ed A.Colin) : une manière ludique d'entraîner au calcul (G)
- *Jeux 2*, [H. PÉAULT] (1985, APMEP) : jeux individuels ou collectifs et activités numériques (G)
- "Les jeux mathématiques sont-ils la panacée à la démotivation des élèves ?". M.L. PELTIER (2001). *Grand N* n°66 p.33-40.

D- Un certain regard sur l'activité mathématique

1* Sur la résolution de problèmes

- *Comment font-ils ?* (*l'écolier et le problème de mathématiques*), Rencontres Pédagogiques n° 4 (INRP, 1984)
- *Apprentissage à la résolution de problèmes au cycle élémentaire,* (INRP, 1987), en vente au CRDP de Rouen.
- *Aides pédagogiques de l'A.P.M.E.P pour le CM : Situations problèmes* (1987, brochure APMEP), des exemples de situations problèmes, développées ou juste citées.
- *Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes*, A. DESCAVES (1992, Éditions Hachette) : une réflexion intéressante (mais pas toujours bien structurée) sur la résolution de problème ;
- *Des activités pour lire et écrire en mathématiques*, A. DUBUT, B. POULAIN (1996, IREM de Rouen) : une réflexion niveau collège facilement adaptable au cycle 3.
- *Lecture et mathématiques à l'école* (1991, CDDP des Pyrénées Orientales) : progression trop rigide, à ne pas utiliser !
- *Le problème et l'enseignement des mathématiques*, O. RENAUT (1990, CRDP Dijon) : ouvrage court pour aborder une réflexion sur la résolution de problème.
- *Vrai ? Faux ? On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3*. ERMEL (1999) INRP Didactiques des disciplines : mise en place de séances pour l'apprentissage du raisonnement.

Articles de la revue *Grand N*, IREM de Grenoble :
- n°42 * "Lecture des énoncés mathématiques", F. BOULE, C. WASSERER (1988),
  * "Apprendre par la résolution de problèmes" R. CHARNAY (1988)
  * "Est-il possible d'apprendre à résoudre des problèmes", D. VALENTIN (1988).
- n°50 "Lecture des énoncés et progression thématique", R. NEYRET (1992),
- n°51 « Problème ouvert, problème pour chercher », R. CHARNAY (1992)
- n°60 "Tout problème ouvert n'engage pas nécessairement une bonne recherche" LEPINE L. (1996)
- n°61 "La résolution de problèmes par classe" GRUGNETTI, JACQUET. (1997).
- n°63 "Les activités dans la résolution de problèmes au cycle 3" R.M. BALMES, S. COPPE (1999)
- n°63 "Le choix des problèmes pour « la résolution de problèmes »" C. HOUDEMENT (1999)
- n°66 "Des problèmes dans les énoncés" PEROZ (2000)
- n°68 "Mise en commun et argumentation en mathématiques" DOUAIRE (2002)
- n°69 "Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes" JULO (2002)

- n°69 "Sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire" COPPE, HOUDEMENT
Sous presse (2003) un numéro spécial *Points de départ* (de problèmes).

2* Sur les erreurs

- "De l'analyse d'erreurs en mathématiques aux dispositifs de remédiation", R. CHARNAY, M. MANTE (1991), article de la revue *Grand N* n°48, IREM de Grenoble
- *En math peut mieux faire (l'élève face à l'erreur en mathématiques)*, Rencontres Pédagogiques n° 12 (INRP, 1986).

3* Sur des gestions de classe

- "Différenciation au CM2 dans des activités de mesure en géométrie" (1997) M. BRENNER, R. GUINET, article de la revue *Grand N* n°59, IREM de Grenoble
- *Chacun, tous... différemment. Différenciation en mathématiques au cycle des apprentissages* Rencontres Pédagogiques n°34 (INRP, 1995).
- "Situations d'aide aux élèves en difficulté", D. BUTLEN, M. PEZARD (1992), article de la revue *Grand N* n°50.

E- Manuels scolaires et SURTOUT livres du maître (C)

Pour une meilleure compréhension du travail lié à l'écriture d'un manuel scolaire :
"Histoire d'un manuel scolaire", M.L. PELTIER (1998), article de la revue *Grand N* n°62, IREM de Grenoble
Les livres du maître proposent des idées d'activités commentées et guidées utilisant ou non le livre de l'élève associé. Certains éditeurs proposent un matériel collectif et/ou individuel.
Mais n'oubliez pas que chaque proposition d'activité doit toujours être adaptée à **sa** classe effective.
Parmi les collections intéressantes parues en Euros :
- Collection *Euro Maths* (Ed Hatier, 2001) : CP, CE1,CE2.
- Collection *Cap maths* (Ed Hatier, 2001) : CP, CE1, CE2.
Voir aussi les collections *Objectif Calcul(en euros)* (Ed Hatier, 2000 à 2001), *J'apprends les math* (Ed Retz, 1991 à 2000) ; *Diagonale* (Ed Nathan, 1994 à 96) ; *Optimath* (Ed Hachette, 1996 à 1998).

F - Certaines revues sont spécifiques ou contiennent des articles pour l'école élémentaire

- Revue émanant d'un IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) en particulier la revue *GRAND N*, de l'IREM de Grenoble (vente au C.R.D.P.), avec en plus, des numéros spéciaux sur le CE (1979), le CM (2 tomes 1981-82), la Maternelle (paru en 2000), l'informatique à l'école élémentaire (voir aussi sur la physique et la technologie 1999).

Revues des éditeurs : par exemple JDI (*Journal des Instituteur*s, Editions Nathan) qui propose différents dossiers. Les articles proposés dans ces revues en général sont d'intérêt variable.

QUELQUES ADRESSES UTILES, HORS CIRCUIT COMMERCIAL USUEL

Les publications de ces organismes ne sont pas éditées en librairie ; il faut donc les commander directement à l'adresse mentionnée.

* INRP (**I**nstitut **N**ational de **R**echerche **P**édagogique), 29, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05, Tél. 01 46 34 90 00

* Revue *Grand N*, IREM de **Grenoble**, BP 41, 38402 St Martin D'Hères, Tél. 04 76 51 44 06

* APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public), 26 rue Duméril, 75013 Paris, Tél 01 43 31 34 05 Fax 04 42 17 08 77

Instituts de **R**echerche sur l'**E**nseignement des **M**athématiques

* IREM de **Paris 7**, Université Paris VII, 2, place Jussieu, case 7018, 75251 Paris Cedex 05, Tél. 01 44 27 53 83

* IREM de **Rouen**, BP 138, 76821 Mont Saint Aignan Cedex, Tél. 02 35 14 61 41

* IREM de **Bordeaux**, Université de Bordeaux I, 40, rue Lamartine, 33400 Talence, Tél. 05 56 84 89 74

* IREM de **Bourgogne**, Université de Bourgogne, BP 400, 21011 Dijon Cedex., Tél. 03 80 39 52 30.

Ouvrages spécifiques sur l'ÉCOLE MATERNELLE

- *Pourquoi pas des mathématiques à l'école maternelle*. Un groupe d'enseignants de Trappes coordonné par J. BOLON (1997). IREM de Paris 7. Exemples d'activités mathématiques en ZEP de la PS à la GS
- M*anipuler, organiser, représenter*, F. BOULE (1985, Pratiques Pédagogiques, Ed A.Colin) : de lecture facile, donne une bonne idée d'ensemble d'activités de maternelle. (C)
- *Enseigner les mathématiques à la maternelle,* F. CERQUETTI, C. BERDONNEAU (1994, Ed Hachette Éducation) : éléments théoriques et idées d'activités de la petite à la grande section de maternelle. (C)
- *Les Mathématiques par les Jeux*, L.CHAMPDAVOINE (1986, Ed Nathan) : 2 tomes (C)Petite et Moyenne Section et Grande Section. Propositions de jeux à étudier et remodeler (travail mathématique effectif, taille du matériel) en fonction de sa classe.
- *Des jeux avec des règles,* D. CHAUVEL, V. MICHEL (1984, Ed Retz) (C)
- *Des jeux de nombres et de logique à la maternelle,* M.L. WINNINGER (1990, Ed Retz). (C) Dans ces deux ouvrages, des jeux intéressants, assez facilement exploitables, mais toujours à adapter.
- *Apprentissages Numériques, cycle des apprentissages,* ***GS***, un tome essentiel qui fait le point des dernières recherches sur le nombre et présente des activités numériques construites (1990, ERMEL, Ed Hatier). (C)
- *Du Petit Ballon au Jeu de Cible. Faire des mathématiques en* ***Grande Section***, M. BIDON, C. HOUDEMENT, M.L. PELTIER (1992, I.R.E.M. de Rouen) : un compte-rendu d'activités annuelles sur une classe de ZEP (C)
- *Activités Mathématiques,* G. ZIMMERMANN (1986, Ed Nathan) : 2 tomes (C)

Le Développement Cognitif de l'Enfant et *Les Apprentissages Préscolaires.* Donne une bonne idée du travail mathématique à l'école maternelle, activités répertoriées par niveau et par thème.

Les articles de la revue *Grand N* (IREM de Grenoble) sur le cycle 1 jusqu'au n°66**,** sont regroupés dans deux numéros spéciaux *Grand N Spécial Maternelle Approche du Nombre* (tome 1) S*tructuration de l'Espace* (tome 2). IREM de Grenoble 1999.

Voir aussi
''Dix dans un dortoir'' D. VALENTIN (2001) p.7-14, *Grand N* n°67.
"De l'exploration du quartier à la structuration de l'espace en Grande Section'' *Grand N* n°69

Guides pédagogiques

Atout Math GS (Ed Hachette, 1993) : un guide pédagogique pour utiliser en ateliers du matériel associé.
- *Diagonale GS* (Ed Nathan, 1992) : un guide pédagogique proposant des activités et la possibilité de reproduire des fiches associées. . Idem pour *PS* et *MS (Math en Pousse 1995).*
- *Nouvel Objectif Calcul GS Maternelle,* D. Vergnes, (Ed Hatier 1995) : une

valise de matériel accompagnée d'un guide pédagogique détaillé. - *J'apprends les math GS* (Ed Retz, 1995) R. Brissiaud : un guide pédagogique et du matériel associé.

Livres à éviter…

Notions mathématiques avec les 2/3 ans. Une année de maths avec les 3/4 ans, les 4/5 ans, les 5/6 ans (Ed Nathan, post 1990)

Quatre cahiers, assez pauvres sur les activités elles-mêmes. Peuvent donner des idées de gestion de classe.

*PS Du vécu au jeu mathématique (1997), MS Du jeu à la construction mathématique (1997), GS De la construction mathématique à la représentation, L. BARON (*1995, Guides Magnard) : des idées d'activités à utiliser avec discernement ; attention aux activités qui manquent de sens, aux consignes trop fermées, aux objectifs fantaisistes, à la dérive importante vers des travaux papier, aux entraînements…plus en accord avec les programmes de 1970.

Intégration des savoirs de formation
La régulation didactique

Guy Brousseau

Conférence extraite des actes du XXIV ème colloque des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres -
St Etienne 1997.

Dans ce texte, l'auteur cherche prioritairement à montrer en quoi la théorie des situations fournit des savoirs propres à réguler l'action didactique de l'enseignant. Il analyse différents types de contrats (non didactiques, faiblement didactiques, fortement didactiques,...) et interroge les moyens permettant au professeur de maintenir la relation didactique.

1-L'intégration des savoirs et la diffusion des connaissances nécessaires aux professeurs impliquent des savoirs spécifiques et l'existence de mathématiciens didacticiens

La conception : Savoir mathématique "brut" plus expérience personnelle plus expérience transmise est insuffisante. Les sources classiques des savoirs ne prennent pas en charge l'intégration des savoirs de formation ou les prennent de façon insuffisante, de sorte que leurs résultats se traduisent pour les enseignants sous la forme d'injonctions, de conditions à satisfaire... difficiles à synthétiser au moment de la formation.

La position même du formateur n'est pas claire entre celle du présentateur éclectique et exhaustif, celle du novateur, prosélyte, celle du professeur d'une "science didactique" (en formation) et celle du technicien de la formation professionnelle des adultes.

Ma position est claire : l'enseignement des mathématiques est un objet d'études qui réclame des savoirs - en particulier mathématiques - spécifiques. Ces savoirs sont soumis à la dialectique symbolique, ils produisent des objets techniques : les moyens didactiques.
Ils sont l'instrument de rencontre et d'intégration des savoirs d'origine psychologiques, sociologiques, linguistiques, pédagogiques...
Ils sont les connaissances de base des mathématiciens enseignants, qu'ils soient mathématiciens d'écoles, de collèges, de lycées, d'universités, d'IUFM.
Ces savoirs s'articulent principalement sur la discipline, comme les mathématiques appliquées, même s'ils se prolongent dans les sciences cognitives.

Les connaissances professionnelles propres aux IUFM peuvent s'y rattacher en partie mais elles ne forment pas un savoir à enseigner (aux professeurs). De

même qu'il faut armer nos étudiants contre la perméabilité didactique qui consisterait à faire passer sans leur "discours" mathématique les connaissances mathématiques et didactiques des professeurs.

2-L'intéret des modélisations de situations

La réponse que nous avons tenté d'apporter au problème s'est faite en deux temps.

2.1 La modélisation des situations à usage didactique.

C'est la partie la plus connue du travail de ces 25 dernières années. II s'agit de repérer, pour les reproduire, les conditions spécifiques qui président à la mise en oeuvre (sous forme de décisions, de discours, de preuve ou de référence) d'une connaissance mathématique et à son « acquisition » (apprentissage, repérage, identification, appropriation, etc.) indépendamment d'une quelconque intervention didactique.

Les situations fondamentales, a-didactiques
Cette modélisation a permis de redéfinir le rôle des erreurs, de montrer la genèse des obstacles et leur caractère inéluctable et de faire des calculs d'optimisation sur les variables didactiques de ces situations et des tâches qu'elles déterminent ou provoquent.

2.2 La modélisation des situations d'enseignement : nécessité d'une théorie.

En voulant étendre les principes de cette modélisation à la situation d'enseignement elle-même, nous avons rencontré toute une série de paradoxes : ceux du contrat didactique. Ce qui a justifié une nouvelle forme de modélisation - toujours en utilisant simultanément les méthodes de Turing et celles de P Lorenzer - qui donne des résultats plus étendus, mais surtout qui a justifié, pour les études de consistances qu'elles rendaient nécessaires, la dénomination de Théorie de situations.

3-Les stratégies de diffusions des connaissances.

I1 n'est pas dans mon intention de « rabâcher » les bases de cette théorie, bien que je vois ça et là des signes qui montrent qu'elle n'est pas bien comprise. Je voudrais plutôt attirer votre attention sur ce qu'elle permet (ou ce qu'elle vise à permettre) et qui me paraît important : la régulation de l'enseignement des mathématiques- c'est à dire l'établissement de rapports entre les indices (observables) déterminés par les instruments théoriques ou par les modèles- et des décisions didactiques propres à maintenir les conditions didactiques au voisinage des conditions initiales à coté des savoirs d'intégration. La théorie des situations fournit des savoirs de régulation interne.

Pour le montrer prenons les modèles de situation au sens de « rapports didactiques ».

3.1. Les stratégies didactiques.

3.1.1. Contrats non didactiques

Une première répartition des responsabilités consiste donc à ce que l'émetteur d'un texte n'ait aucune responsabilité didactique à l'égard du récepteur : il n'est pas chargé de lui enseigner quoi que ce soit, et s'il modifie les croyances ou les actes du récepteur, c'est en quelque sorte indépendamment de sa volonté, et non pas conformément à un projet quelconque de sa part.

Nous allons ordonner ces contrats en partant du minimum de contraintes pour l'enseignant - qui ne sera alors qu'un émetteur de signaux - et en allant vers des responsabilités toujours plus grandes.

Le contrat d'émission

Le contrat d'émission ne lie pas directement l'émetteur et un éventuel récepteur. L'émetteur délivre un message sans se préoccuper des conditions effectives de réception. Nous supposerons toutefois dans la suite de ce texte, que ce message est intelligible (au moins pour une certaine institution) et même qu'il n'est composé que d'énoncés, justes ou faux, mais bien formés.

Dans une situation minimale, l'émetteur pourrait n'être tenu à rien du tout (rien d'autre que ce qui régit la liberté d'expression) et émettre un message inintelligible, même pour lui (l'émission d'un simple brouillage par exemple). Ce contrat limite peut être parfois réellement observé dans des classes : le professeur monologue sans tenir aucun compte de la présence des élèves qui émettent en même temps que lui du bruit. Ce contrat peut aussi modéliser certaines émissions de télévision ou de radiodiffusion.

Le contrat de communication

Le contrat de communication est plus exigeant. L'émetteur (par exemple le professeur), prend à sa charge de faire "parvenir" à un récepteur un certain message. Il doit s'assurer de la bonne réception du message (mais non du sens que lui donne le récepteur), et pour cela du bon fonctionnement du canal. Il doit utiliser les répertoires du récepteur (répertoires calligraphiques, phonologiques, orthographiques, grammaticaux, logiques etc.) et au besoin collationner (confronter avec la répétition par le destinataire) ou répéter le message (en particulier à la demande du récepteur). L'interprétation du message est entièrement à la charge du récepteur. Les dysfonctionnements conduisent exclusivement à des mises au point de répertoires.

Les contrats d'émission et de communication sont essentiellement soumis à des contraintes relatives à la forme du message.

Le contrat d'expertise

Le contrat d'expertise est plus exigeant, l'émetteur garantit la *validité* de ce qu'il émet. II peut être tenu par le destinataire d'établir, à la demande, une certaine validité (la vérité, l'authenticité, l'origine etc.) de ce qu'il énonce (par d'autres voies que l'émission elle-même : en justice par exemple pour certains types d'informations). Le travail d'un "professeur" qui utiliserait ce " contrat " pour diffuser une théorie mathématique, consisterait à énoncer l'un après l'autre les " théorèmes " qui la composent, dans un ordre quelconque. Les énoncés, parce qu'ils seraient déclarés implicitement comme " vrais ", deviendraient alors des assertions.

Le contrat de production

L'émetteur garantit la nouveauté de son message, la nouveauté ou l'originalité formelle (propriété littéraire ou industrielle) ou la nouveauté du contenu intellectuel et scientifique. Il peut garantir une nouveauté "absolue" (un nouveau théorème) ou seulement une nouveauté pour une institution particulière (pour les élèves d'une classe par exemple).
Il peut n'être pas tenu d'apporter lui-même la preuve formelle de la validité de son énoncé, mais seulement des preuves indirectes. Par exemple, l'émetteur trouve toujours les racines de certaines équations, mais il ne publie pas la méthode qu'il utilise. Cette situation s'observe dans la tradition des mathématiques ésotériques.

3. 1. 2. Contrats faiblement didactiques portant sur un savoir "nouveau"

L'émetteur accepte d'organiser son message en fonction de certaines caractéristiques "théoriques" de son interlocuteur. Il assume certaines responsabilités quant au contenu de ce message, mais aucune quant à ses effets sur le récepteur, même s'il est conscient de modifier son système de décision.

Le contrat d'information

L'émetteur garantit à la fois la nouveauté et la validité de son message. Il accepte d'en rendre compte auprès du récepteur qui devient l'informé, celui qui " achète" l'énoncé parce qu'il est vrai et nouveau.

Dans ce cas l'émetteur doit rechercher l'assentiment de l'informé et, en réponse à sa demande éventuelle, lui fournir certaines " preuves ", ses sources, ses références etc., il peut même être conduit à justifier systématiquement chaque énoncé.

L'information dialectique

Le " contrat d'information " n'exige pas que les interlocuteurs aient les mêmes références (la même culture, le même système informatique...), mais seulement qu'ils puissent en trouver de suffisantes pour étayer leur propos du moment. Ainsi ce contrat conduit à une construction dialectique de la conviction du récepteur sous le contrôle de ce dernier. Il est l'instrument essentiel de gestion collective de la vérité conformément à la tradition inaugurée en Grèce cinq siècles av. J.C.

Si l'émetteur (par exemple un professeur), veut pouvoir établir à tout moment devant son interlocuteur (ses élèves), la validité de ses énoncés et en garantir la nouveauté, il a intérêt à se référer à une organisation appropriée des savoirs à transmettre : une construction axiomatique par exemple. Il n'a aucune raison de l'exhiber devant son interlocuteur. Les preuves dépendent des connaissances (réelles ou supposées) du destinataire, elles ne peuvent donc pas être fixées a priori en démonstrations standard.

L'information dogmatique

Suivre les méandres des questionnements de l'informé peut apparaître aux deux protagonistes comme une perte de temps. Ils ont alors parfois intérêt à se soustraire au contrat dialectique et à proposer pour l'un et/ou demander pour l'autre de " normaliser" les preuves et de les fournir systématiquement. Le contrat devient un contrat "dogmatique". Dans ce système le professeur se réfère à un système conventionnel réputé notoire, composé d'énoncés acceptés par tous, et utilise des moyens de dérivation réputés sans mystère pour proposer des « démonstrations » pour tous ses énoncés (contestés ou non).

Ce contrat conduit l'informateur à établir dans la théorie à diffuser, un des ordres axiomatiques auxquels elle se prête et à s'en servir comme guide d'ordonnancement de ses propos pour économiser des demandes d'explications. L'axiomatique répond ainsi aussi à une contrainte ergonomique. L'informateur doit ici aussi utiliser les répertoires de l'informé (logiques mathématiques et techniques), mais les preuves prennent la forme de démonstrations qui dépendent moins du destinataire et davantage de l'idée que s'en fait l'émetteur. Si ce dernier, à la limite, ne donnait aucune preuve et n'acceptait pas qu'on lui en demande, il reviendrait au contrat d'expertise.

Ici, l'informateur devra reformuler les énoncés pour permettre leur démonstration dans le système qu'il prête à l'informé et à les répartir en deux classes :

- ceux qui appartiennent au répertoire de l'informé (répertoire effectif ou supposé), qu'ils soient évidents comme des postulats, acceptés formellement comme des axiomes ou des hypothèses, ou déjà construits et convoqués au cours de la démonstration comme des lemmes ou des définitions.
- et ceux qui n'y figurent pas et qui sont donc " nouveaux ".

Corollaire : toute communication, et a fortiori tout enseignement, repose sur un répertoire explicite en partie irréductible au savoir communiqué. Aucun langage ne saurait être totalement auto génétique. Nous rencontrerons plus loin un autre répertoire, celui des connaissances implicites et métamathématiques nécessaires à la compréhension.

Le contrat d'information est celui qui a théoriquement cours dans la communauté mathématique pour la diffusion des résultats.

Les motifs de l'émission n'interviennent pas explicitement dans la régulation du contrat d'information en quelque sorte minimal. L'émetteur répond à une demande du récepteur pour une utilisation qu'il ignore, il y a contrôle constant de la compétence de l'émetteur mais pas de celle du récepteur. L'émetteur ne sait pas s'il est vraiment compris, ni même reçu, si le récepteur ne manifeste aucune réaction. L'émetteur écrit ou dit le savoir de son domaine, dans les termes qui lui permettent de l'exprimer. Ces termes lui sont fournis par son institution d'origine. L'informé garde la responsabilité de l'interprétation et de l'usage de ces informations.

Si nous poussons un peu plus loin l'analyse de ce contrat il apparaît une conséquence importante. Le destinataire devrait avoir intérêt à ne demander à l'émetteur que le minimum d'informations qui lui sont nécessaires pour dériver par lui-même les résultats qu'il désire. C'est à lui de limiter « l'achat » de nouveaux énoncés. Cette clause instaure une nouvelle partition dans le corpus des théorèmes à communiquer, partition entre ceux qui sont dérivables par le destinataire et selon son opinion et ceux qui ne le sont pas. Bien sûr la dérivabilité dépend des capacités de l'informé et, effectivement, de l'idée qu'il s'en fait, puisque c'est lui qui doit l'apprécier. De même que plus haut, on va donc voir s'installer soit une dérivabilité dialectique, soit une dérivabilité culturelle imposée.

Les contrats didactiques que nous étudierons plus loin intègrent les contrats non didactiques avec des clauses supplémentaires, ils ne sont que des palliatifs provisoires de celui-ci. Il est clair qu'un enseignement doit tendre à mettre l'élève dans la situation de pouvoir s'informer lui-même.

Le contrat d'utilisation des connaissances

Ce contrat reprend le précédent et lui ajoute une clause supplémentaire : le transfert vers l'informateur de la responsabilité de montrer à l'informé l'emploi et l'utilité des connaissances qu'il propose. L'informateur doit par *conséquent* accompagner le texte du savoir d'un champ d'applications dans lequel ce savoir est supposé jouer un rôle. Ce rôle est variable. Parfois chaque application se déduit du savoir initial qui constitue alors un ensemble de connaissances « suffisantes ». Parfois il y est seulement nécessaire, autrement dit l'application

ne peut être dérivée, démontrée ou calculée sans qu'il soit fait appel explicitement à ce savoir initial, mais d'autres connaissances sont nécessaires. Parfois encore, il n'est ni nécessaire ni suffisant mais il donne une alternative plus économique à des raisonnements, à des langages ou à des calculs déjà connus.

Il est très important de remarquer que ces relations entre un certain savoir et ses applications sont une fiction, une métaphore. Elles résultent, dans les cas les plus légitimes, à la fois de l'histoire, de la tradition, et de spéculations diverses. Rattacher entre elles des connaissances, les appliquer et les adapter à de nouveaux problèmes est le fait de l'activité "historique" aussi bien des hommes que des institutions. Personne ne sait à l'avance quelles seront les applications, les modifications ou le statut d'un savoir dans l'avenir car ces caractères évoluent fortement avec l'histoire. Seules les parties les plus anciennes et les plus stables du savoir peuvent subir ce traitement "didactique" sans recevoir trop d'objections et de contradictions. Pour enseigner un savoir nouveau, il est nécessaire de lui inventer des applications à la portée de l'apprenant. Ces constructions relèvent de l'ingénierie didactique et bien souvent de la fantaisie.

Dans le contrat d'information introduit plus haut, l'émetteur de mathématiques doit organiser une théorie qu'il connaît, de façon à pouvoir l'engendrer avec une certaine partie d'elle-même, mais il garde "secret" ce rapport et l'élève ignore où vont le mener les énoncés qu'il reçoit. Dans ce contrat-ci le rapport entre la partie générative et le tout engendré devient explicite. Les énoncés donnés comme savoir, restent des théorèmes, mais ceux qui doivent s'en dériver (logiquement ou autrement) changent de forme et de nom. Ils deviennent des questions, des situations ou des problèmes.

Le contrat d'initiation ou de contrôle

L'initiateur détermine un champ de connaissances auquel le récepteur veut s'initier et il lui propose les savoirs nécessaires et suffisants, ou au contraire, il lui propose une collection de savoirs et lui donne un ensemble d'applications "équivalentes" qui le justifient.

Dans les contrats précédents le récepteur devait décider s'il s'estimait suffisamment informé ou si au contraire il voulait davantage d'informations, ou des précisions supplémentaires sur celles qu'il avait déjà reçues. Dans ce nouveau contrat l'informateur prend en charge une partie de cette responsabilité : il donne à l'informé un critère pour déterminer s'il a bien "compris" (et pas seulement reçu) le savoir communiqué. Ce moyen consiste à établir une relation d'équivalence entre deux ensembles d'énoncés, le premier est un ensemble de savoirs communiqués comme tels (par exemples des énoncés d'une théorie), le second est proposé sous forme de questions, d'applications ou de problèmes à résoudre.

En postulant l'équivalence informative des savoirs et des applications l'informateur dit à son informé :

• d'une part, que la connaissance des théorèmes sera "prouvée" si le destinataire sait faire la totalité des problèmes proposés,

• d'autre part, que pour savoir résoudre tous ces problèmes, il suffit de savoir et de bien utiliser tel ensemble de théorèmes.

Ainsi l'initiateur montre quels savoirs "se convertissent" en connaissances pour agir dans des situations déterminées, et quelles connaissances peuvent se convertir en savoirs. Les deux ensembles d'énoncés se justifient mutuellement : les applications légitiment la communication des savoirs, les savoirs prouvent la validité des énoncés obtenus en application.

Mais cette nouvelle clause repose sur une hypothèse dont la validité effective reste à établir. Cette équivalence annoncée est-elle effective ? Prenons le cas limite : la donnée du système d'axiomes d'une théorie mathématique suffit à en déterminer tous les énoncés. II est plus difficile d'affirmer que la démonstration de tous les énoncés d'une théorie implique la connaissance explicite de tel ou tel de ses systèmes d'axiomes. Personne n'osera affirmer que tout mathématicien est capable d'obtenir effectivement l'un à partir de l'autre. L'association de savoirs et d'un champ restreint d'applications "équivalent" est le plus souvent totalement empirique. Elle résulte de pratiques, de conventions et d'habitudes que les travaux actuels de didactique sont loin de pouvoir objectiver.

Théorèmes et problèmes sont des énoncés d'une même théorie, il n'y a pas de différence mathématique entre eux, seulement une différence de forme dictée par une différence de position dans le contrat non didactique d'initiation. Nous verrons plus loin d'autres différences.

Le contrat d'instruction ou de direction d'études

Il s'agit maintenant pour le directeur d'études, en plus de toutes les responsabilités précédentes, d'indiquer c*omment* un savoir peut être appris. Il y a là un nouveau pari, une nouvelle fiction, et un nouveau transfert de responsabilité de celui qui devient un étudiant vers son directeur. Ce dernier propose des séries "d'exercices" qui sont supposés permettre d'acquérir les connaissances visées sans passer par la conversion des savoirs. Ces exercices sont des problèmes gradués, si semblables entre eux et si proches du savoir communiqué que la solution de l'un peut être transportée formellement dans un autre. La démonstration prend alors les caractères d'un calcul ou d'un algorithme (toutes les théories mathématiques ne se prêtent pas à ce traitement). L'apprenant peut vérifier qu'il a bien exécuté ou reproduit l'algorithme. Les différences entre les exercices ont pour objet d'illustrer les différents cas possibles et les différentes variantes correspondantes.

Comme plus haut la question de savoir si ces exercices sont effectivement nécessaires et suffisants pour provoquer la "connaissance" visée, cette connaissance se manifestant par la capacité d'établir la preuve de tout théorème du champ présenté comme problème. De plus l'incertitude précédente demeure et même s'accroît, il n'est pas sûr que les connaissances acquises dans ces conditions soient équivalentes aux savoirs culturellement correspondants.
Ces exercices permettent toutefois aux élèves d'évaluer leur apprentissage, corriger leurs erreurs de compréhension.

Conclusion sur les contrats faiblement didactiques

Remarquons que, jusqu'à présent, l'élève a gardé la responsabilité principale, celle de la réalisation effective de la communication qui s'effectue selon un processus dans lequel le diffuseur des connaissances a pris une responsabilité croissante. C'est l'apprenant en effet qui décide de l'usage des moyens mis à sa disposition. Son "instructeur" lui procure les énoncés principaux de la théorie, entourés de lemmes et de corollaires, des problèmes d'application de divers types, des exercices d'exposition ou d'entraînement et des moyens d'évaluation.
L'ensemble constitue un moyen fictif mais formel d'instruction mis à la disposition de l'apprenant par l'enseignant. Cette fiction épistémologique fait d'ailleurs partie du savoir communiqué.

Le contrôle exercé par l'apprenant sur son "instructeur" tend à établir une certaine règle d'économie sur la stratégie d'ensemble. Si les messages paraissent à l'apprenant insuffisamment "nouveaux", trop déductibles ou trop évidents, il pousse l'émetteur à augmenter le débit de son message, à le rendre plus informatif de façon à mieux occuper le temps de la communication. Il exerce une contrainte opposée dans le cas contraire. Ce contrôle limite l'émetteur qui peut avoir intérêt à alourdir son message, à le rendre redondant ou plus complexe ou, au contraire, à le laisser très allusif voire ésotérique. C'est seulement si un contrat échoue que le moniteur peut être conduit à lui en substituer un autre, plus fortement didactique, dans lequel il accepte plus de responsabilité.

Les contrats faiblement didactiques prennent en compte le projet de faire approprier un savoir par un interlocuteur, celui-ci étant pris en tant que sujet épistémique, mais non en tant que sujet effectif.

Dans les relations didactiques effectives se glissent fréquemment des phrases où les responsabilités du professeur et de l'élève se répartissent selon les variantes du contrat faiblement didactique : contrat d'émission ou de communication, pour la forme, contrat d'expertise, de production ou d'information pour le contenu, contrat d'application, d'initiation ou d'instruction pour l'usage de messages émis.

3.1.3. Contrats fortement didactiques portant sur un savoir "nouveau".

Généralités sur les contrats d 'enseignement

Il est classique de considérer qu'un contrat d'enseignement met en présence, effectivement ou potentiellement, au moins deux institutions :

- celle qui est enseignée (E-é),
- celle qui enseigne (E-a),

mais une analyse convenable doit en considérer au moins deux autres :

- l'institution (M) à laquelle l'enseigné devra s'assujettir à la fin de l'enseignement, alors qu'il ne le pourrait pas avant ; elle détermine en fait ainsi la matière de l'enseignement (connaissances et savoirs) et son but réduire le gradient culturel entre les deux institutions E-é et E-a.
- l'institution (D), qui décide que l'enseignant doit préparer l'enseigné à entrer dans les pratiques de l'institution M, elle délègue à l'enseignant sa mission et lui donne sa légitimité à décider de l'avenir de l'enseigné.

En fait ces quatre fonctions, modélisées par quatre institutions potentielles peuvent être assumées par des institutions effectives distinctes ou confondues. Par exemple l'autodidacte en assume au moins trois (D, E-é, E-a), pour s'adapter à la quatrième M.
Le contrat d'enseignement stipule essentiellement que l'institution enseignante prend la responsabilité du résultat effectif de son action sur son élève.

Le contrat didactique strict

Le professeur veut provoquer un apprentissage. Il s'agit donc, pour lui, de modifier les systèmes de décisions de l'enseigné face à un certain ensemble de situations typiques de M, dans un sens que l'on pense favorable à l'adaptation visée et/ou conformément à un savoir constitué.

Cette modification s'effectue le plus souvent d'une façon indépendante de la volonté de l'enseigné, et qui même peut échapper à son contrôle immédiat. Le cas typique et extrême de la relation didactique est celui où le professeur veut enseigner à son élève un savoir auquel cet élève est complètement réfractaire**.**

De même le travail culturel peut avoir permis de réduire les conditions d'adaptation à l'institution cible M (connaissances et savoirs) à l'acquisition d'un certain ensemble de savoirs dûment répertoriés. L'enseignant est déchargé de la responsabilité de l'invention de tous les moyens d'adaptation, son contrat d'enseignement se réduit à l'enseignement des savoirs convenus. Ce contrat qui se "déduit" du répertoire des savoirs serait le contrat didactique au sens le plus étroit. On peut montrer que la réalisation effective d'un projet didactique implique la mise en oeuvre de situations qui tendent à modéliser le fonctionnement du savoir et des connaissances afférentes (et non transformables

ou non transformées en savoirs). Un projet didactique implique un projet d'enseignement mais la réciproque n'est pas toujours vraie.

La modification intentionnelle du "récepteur" n'est pas une communication ni même une argumentation, mais une action. L'enseignant tente de fixer directement les états du système enseigné, au besoin sans passer par son jugement et son agrément. La légitimité de cette action tient à diverses conditions :

• Le savoir communiqué n'est pas une production ou une invention personnelle du professeur. Celui-ci au contraire garantit sa conformité avec le savoir qui a cours dans une institution de référence. II n'est pas arbitraire. Il a été repéré et déterminé, soit avec l'enseigné, soit avec un tiers responsable.

• Ce savoir n'est pas un simple enregistrement d'informations. Il lui correspond un champ dans lequel les capacités de réponses de l'élève ont été modifiées. L'existence de ces situations dans lesquelles le savoir appris révèle son efficacité permet à l'élève d'objectiver après coup l'assujettissement qu'il a accepté ou subi et de s'en libérer. C'est à dire d'oublier en fait les circonstances de l'apprentissage pour ne plus retenir que le savoir et les conditions de son usage (le milieu).

• L'action s'achève lorsque l'enseigné est supposé capable de prendre ses décisions par lui-même (en connaissance de cause). L'assujettissement n'est que momentané.

L'étude théorique générale de ce contrat, de ses variantes et de ses avatars peut être trouvée dans les : « fondements » et dans les autres textes sur le contrat didactique. Elle ne sera pas reprise ici où il ne s'agit que d'inventorier des stratégies. Mais ces stratégies ont pour objet de contourner les paradoxes fondamentaux et nous allons montrer qu'aucune ne peut y parvenir. Le contrat didactique reste un faux contrat frontalement « intenable ».

De plus ce contrat devient tributaire de l'épistémologie du professeur et du contrat social. Nous avons vu plus haut sur quelle fiction épistémologique s'installent les trois derniers contrats. La légitimité « historique » de la position et de la fonction d'un savoir peut-elle servir encore lorsqu'il s'agit de le faire acquérir réellement par un sujet ? Comment peut-on affirmer que ce savoir est effectivement équivalent à un certain ensemble d'exercices auquel son acquisition entraînera certainement la réussite ? Les critères empiriques de dépendance entre les acquisitions sont encore extrêmement flous et ceux dont nous disposons vérifient très peu les assertions théoriques.

La transformation de ces applications en exercices d'évaluation par le professeur (l'évaluation de son enseignement, évaluation du savoir appris, l'évaluation de l'élève, etc.) et à fortiori en exercices d'apprentissage pose de nombreux problèmes de didactique, d'épistémologie et de psychologie cognitive.

Nous allons examiner différentes stratégies définies par le renvoi de la responsabilité principale à tel ou tel des éléments de la situation didactique, et par les hypothèses épistémologiques qui sont associées à ces contrats.

Le contrat de reproduction formelle

Le professeur s'engage à faire effectuer, par l'élève, et par un moyen quelconque, une tâche qui est reconnue par la culture comme la marque de l'acquisition d'un savoir : par exemple, l'élève dira le texte d'un théorème, écrira la solution d'un problème, reproduira à la demande une activité déterminée. Le moyen par lequel la production de l'œuvre de l'élève est obtenu n'entre pas en compte car c'est l'activité elle-même qui est supposée être la source et la preuve de l'apprentissage. Qu'un virtuose ou un peintre génial ait ou non beaucoup travaillé et soit ou non en mesure de commenter son oeuvre n'a pas d'importance.

Ainsi, en mathématiques, l'enseignant peut exiger de l'élève qu'il recopie la correction d'un problème, qu'il récite un énoncé, qu'il imite une procédure, etc. La traduction des ordres du professeur en actes n'exige pas le passage par la connaissance visée. Il serait périlleux sous ce prétexte d'ignorer que ce type de stratégie peut apporter une contribution importante à certains apprentissages. Le fait que ces moyens de reproduction, par imitation, n'exigent pas de formulation de raisons ou d'explications leur confère des propriétés intéressantes, par exemple pour acquérir "du métier".

L'élève s'engage à effectuer la tâche définie à la condition qu'elle soit complètement réductible au répertoire qu'il possède. Dans ce système, l'exécution de la tâche par l'élève n'est pas donc pas l'objet d'un vrai contrat didactique. L'effet didactique de l'exécution de la tâche n'est assuré que par les croyances du professeur ou de la culture. La croyance en ce que l'activité engendre la connaissance (la main façonne l'esprit) a été appuyée par de nombreuses thèses pédagogiques. L'opinion répandue "j'entends, j'oublie ; je vois, je comprends ; je fais, je retiens" tendrait à faire du contrat de reproduction une panacée. C'est une position bien excessive.

Le contrat d'ostension

Le professeur "montre" un objet ou une propriété, l'élève accepte de le "voir" comme le représentant d'une classe dont il devra reconnaître les éléments dans d'autres circonstances. La communication de connaissance, ou plutôt de reconnaissance, ne passe pas par son explicitation sous forme d'un savoir. Il est sous-entendu que cet objet est l'élément générique d'une classe que l'élève doit imaginer par le jeu de certaines variables souvent implicites. Ce procédé fonctionne assez bien dans la vie courante, pour faire identifier une personne, une espèce animale ou un type d'objet à l'aide d'un répertoire de reconnaissance « universel ». Il est en tous cas exigé banalement dans les rapports institutionnels élémentaires.

Le contrat didactique d'ostension repose sur ce succès, mais il est insuffisant pour "définir" un objet mathématique. Par exemple "définir" un polynôme comme une somme de monômes, ou présenter le dessin d'un carré, ou "décrire" un décimal comme un nombre comportant une virgule, ne permet pas de déduire les propriétés caractéristiques de ces objets mathématiques (c'est à dire de reconnaître quelles sont les factorisations compatibles avec la structure d'anneau, que l'égalité ou la perpendicularité des diagonales peuvent se déduire d'autres propriétés, etc.)

Le professeur l'exigera néanmoins et l'élève s'y pensera tenu, soutenus qu'ils sont par les idées suivantes : le professeur doit utiliser un répertoire de reconnaissance à la portée des élèves, les moyens de reconnaissance "généraux" sont "universels" et donc identiques pour le professeur et pour l'élève qui doivent "voir" la même chose dans les mêmes objets. La base du contrat est donc une hypothèse épistémologique empiriste et réaliste qui arrange apparemment les deux parties. Elle permet au professeur de prétendre communiquer une connaissance en faisant l'économie à la fois des situations d'action où elle transparaît, de sa formulation et de l'organisation du savoir correspondant. Cette présentation ostensive permet d'ailleurs une "familiarisation " avec un objet d'études qui sera supposé être repris et redéfini plus tard. Le pouvoir de "généralisation" prêté à l'élève (et exigé de lui) ne peut fonctionner que dans le cas où il est culturellement et didactiquement soutenu par une fréquentation ou un "frayage" qui crée un domaine et une pratique d'usage commun. Il ne peut pas être mathématiquement justifié.

L'induction radicale exigée par le contrat d'ostension échoue souvent. Le professeur soutient la fiction de sa légitimité et de sa fécondité par des contrats d'analogie. La classe n'est plus suggérée par un mais par plusieurs éléments, dont les propriétés "visibles" communes et leurs variations sont supposées plus "génériques".

Le contrat d'ostension, bien que fondé sur une épistémologie "fausse", est pourtant très utilisé par les enseignants car il fonctionne très bien dans de nombreux cas où une définition mathématique serait trop lourde ou inutile.

Le contrat de conditionnement

La production (obtenue par imitation ou par exécution d'un ordre) d'une tâche n'étant pas le plus souvent une garantie que l'élève peut la reproduire en toute circonstance, l'enseignant est conduit à chercher des conditions qui fonctionneront comme des causes d'apprentissage, indépendamment des savoirs du sujet et de ceux qu'on veut lui enseigner, c'est â dire de ses *raisons de savoir* ce qu'il a appris. Les thèses associationnistes et béhavioristes apportent des justifications à la répétition de situations de reproduction, ou de toute situation didactique, pour en assurer le succès. Plus que d'autres, ce contrat se prête à des

usages excessifs car il laisse peu de place à des indices conduisant à sa propre régulation. Si le psittacisme n'a aucune vertu dans le domaine des savoirs, il serait vain de nier la place que peuvent tenir les connaissances ou les apprentissages formels dans le fonctionnement cognitif même le plus évolué. Exiger la "récitation" d'un savoir peut conduire l'élève à des réflexions personnelles intéressantes sur ce savoir. Les connaissances acquises implicitement dans des pratiques répétées ont leur intérêt.

Concrètement le professeur prend à sa charge l'organisation d'une répartition "raisonnée" d'exercices "raisonnablement" répétitifs, et légèrement informatifs et gère le débit en fonction du rendement de son procédé qui est globalement assez faible. Recourir exclusivement aux causes d'apprentissage sans se soucier des raisons de savoir est un procédé désespéré.

Le rôle de l'élève est de se prêter à la répétition. Il peut - et son professeur aussi - croire que le temps se chargera de lui enseigner (de le familiariser avec) ce que ni l'un ni l'autre n'affrontent sur le moment. Le danger vient de ce que ce n'est pas entièrement faux.

La maïeutique socratique

Le professeur choisit des questions telles que l'élève puisse en trouver les réponses avec ses propres ressources, et il les organise de façon à modifier ses connaissances ou ses convictions. Le professeur modifie ses questions en fonction des réponses de l'élève. Mais le choix des questions n'est soumis à aucun contrat didactique, elles peuvent être très ouvertes ou très fermées comme dans le dialogue du Menon, elles pourraient a priori emprunter n'importe quelle voie rhétorique et obtenir la "bonne" réponse par des analogies, des métaphores etc.
Aussi ce contrat pourrait-il être considéré comme un cas particulier du contrat de reproduction en ce sens que le professeur fait dire à l'élève le savoir qu'il vise à lui transmettre en s'abstenant de le lui dire lui-même. Toutefois le passage des ordres aux questions introduit une grande différence. Tout dépend de l'idée que le professeur se fait du savoir et de la connaissance qu'il en a (l'épistémologie du professeur et ses qualités de mathématicien). Pour Platon, la théorie de la réminiscence assurait que la production d'un indice de savoir était associée à un savoir correspondant parce que ce dernier était "déjà là". En conséquence il est inutile de l'apprendre au sens moderne : « dire » équivaut à "savoir".
Combinée à d'autres conditions, elle est une des sources de certaines formes d'enseignement programmé.

La maïeutique, assez appropriée à un préceptorat, se prête beaucoup moins bien à l'interaction entre un professeur et une classe. La maïeutique collective est pourtant très employée et provoque de nombreux effets didactiques plus ou moins négatifs.

Un de ses principaux inconvénients vient de ce qu'elle tend à exclure les interactions du sujet avec un milieu effectif. Toutes les situations "a-didactiques", en particulier les problèmes, sont difficiles à inclure dans une maïeutique à cause de la dispersion des réponses et des problèmes qu'ils peuvent soulever.

Les contrats d'apprentissages empiristes

Dans ce cas la connaissance est supposée s'établir essentiellement par le contact avec le milieu auquel l'élève doit s'adapter. La responsabilité de l'apprentissage est renvoyée au milieu et à la nature.
Dans les formes les plus simples la lecture est presque directe. L'élève perçoit en "voyant" la structure (sans processus intermédiaire, ni culturel, ni cognitif). Cette position a été identifiée par Aebli[1] comme un empirisme sensualiste, appuyée sur des théories épistémologiques comme celle de la Gestalt ou des traces mémorielles. Jointe à l'idée que la lecture directe peut être aussi immédiate, elle conduit à des stratégies didactiques d'**ostension** : le professeur montre un objet et l'élève est supposé y voir les notions, les concepts, les propriétés.
Ce que l'élève ne perçoit pas du premier coup, il le découvre et l'apprend par une fréquentation répétée des mêmes circonstances. L'idée que c'est la répétition des contacts directs avec le milieu qui enseigne conduit à l'apprentissage « par », ou au moins « sur », le terrain ou par « frayage ». Les méthodes Freinet, certaines méthodes actives, ainsi que le constructivisme radical, se justifient en partie par des points de vue similaires. Le savoir, quand il n'est pas ignoré, n'est qu'un commentaire, qu'une description de ce que la nature nous enseigne, un raccourci d'action, ou d'apprentissage, ou même un simple moyen didactique.

Les contrats constructivistes

Dans ce nouveau contrat les situations qui conduisent l'élèves à l'apprentissage de connaissances ne sont plus des situations "naturelles". Le professeur organise le milieu et lui délègue la responsabilité des acquisitions. Mais cette organisation est dérivée essentiellement du savoir visé et de la connaissance des processus d'acquisition des élèves et non pas seulement modélisée des situations "de référence" rencontrées dans l'institution cible, ou dans l'institution savante qui produit le savoir. Ce milieu peut d'ailleurs être effectif ou fictif, il est souvent l'un et l'autre suivant diverses conditions ergonomiques. Les savoirs (anciens) ne se manifestent que comme pré-requis, c'est à dire comme moyens de formuler les conditions initiales de la situation, l'énoncé du problème, comme moyens d'évoquer la stratégie de base, etc. Le recours à des phases a-didactiques (d'action, de formulation ou de validation) pour faire créer diverses formes de connaissances est un exemple de ce contrat.

[1] Aebli, « Didactique et Psychologie », Delachaux et Niestlé, 1960

L'élève est supposé rationnel ou au moins cohérent (en particulier relativement fidèle) et économique. Il s'adapte pour minimiser ses efforts ou ses risques et pour accroître son plaisir, d'où l'idée de représenter ses comportements par des modèles ergonomiques : schèmes ou conceptions calculés. En fait. la cohérence n'est souvent que locale et l'élève s'accommode de contradictions par des assujettissements distincts à des situations différentes. La dévolution de la responsabilité de la cohérence est économisée par la fidélité à un discours cohérent...

La théorie des situations montre le caractère insuffisant de chacun de ces contrats pour construire à la fois un savoir canonique, les connaissances qui l'accompagnent et les pratiques qui caractérisent sa mise en oeuvre, au cours de genèses souvent longues. L'enseignant, dans la relation didactique, se manifeste, localement par le choix, la rupture et le remplacement des contrats suivant des indices et des stratégies de régulation qui échappent pour l'instant à nos moyens d'investigation.

3.1.4. Contrats basés sur la transformation des savoirs "anciens"

Les savoirs "anciens" dans la relation didactique

Dans les stratégies présentées plus haut, le savoir émis est supposé "nouveau". Le savoir "ancien" ne sert qu'à présenter les conditions de son apprentissage, ou à le construire par superposition et à l'intégrer par une genèse standard donnée par l'organisation culturelle des savoirs. II correspondrait aux apprentissages que Piaget comparait aux assimilations. Même dans les conditionnements, le savoir n'est pas supposé se modifier au cours des répétitions. Sauf peut-être dans certaines interprétations de la maïeutique, la récupération, la correction, le remplacement, la transformation, le rejet des savoirs anciens est à la charge de l'élève.

Dans les types de contrats basés sur la transformation des savoirs anciens, le système didactique accepte de remettre en question l'ordre empirique, l'ordre axiomatique ou l'organisation culturelle standard pour s'adapter à un ordre génétique. II accepte la réalité des apprentissages par accommodation, l'existence d'obstacles et la nécessité de connaissances provisoires, "transposées" et révisables dans le processus d'enseignement. L'articulation et la genèse des savoirs, collective ou personnelle, entrent dans la négociation du contrat.

Le système didactique, dans ce type de contrats accepte au moins une épistémologie selon laquelle la genèse collective didactique des savoirs procède par modifications et par ruptures à l'instar d'une genèse historique et non pas de façon linéaire par simple accumulation de savoirs. Dans un contrat plus complexe, c'est l'adaptation à l'ontogenèse et à la psychologie de l'enfant qui

justifie une genèse collective appropriée. Mais les travaux de J. Centeno[2] ont montré que le contrat didactique approprié implique une mémoire didactique du professeur qui lui permet d'utiliser le passé particulier de la classe et de gérer l'articulation des apprentissages particuliers en relation avec l'histoire de la classe et des élèves.

L'enseignant prend en compte l'histoire du sujet et la sienne propre, il accepte d'avoir une "mémoire didactique". Dans ce cas un contrat didactique est d'autant plus nécessaire que l'élève a développé son propre rapport au savoir ancien, qu'il lui a déjà attribué un sens, une place dans l'établissement d'autres savoirs. La reprise d'un savoir ancien appelle donc une nouvelle répartition des responsabilités entre le professeur et l'élève. Le plus souvent les raisons de la reprise ne sont pas les mêmes pour le professeur et pour les élèves.

La reprise peut être justifiée par des raisons didactiques :

- un échec de l'apprentissage précédent,
- une mobilisation et une adaptation en vue d'apprentissages nouveaux,
- la réorganisation après coup de l'histoire effective de l'apprentissage et des savoirs acquis en une genèse fictive où les causes d'apprentissage sont interprétées en raison de savoirs ou par des raisons épistémologiques, sans rapport avec les apprentissages antérieurs,
- une réorganisation de savoirs anciens, un changement de position par rapport à des acquisitions anciennes, une adaptation pour la construction d'un savoir nouveau,
- une extension du savoir à des domaines nouveaux de savoir, à des applications qui demandent une adaptation de l'outil appliqué.

Plus concrètement. il convient d'examiner les changements de statuts :

- les transformations des savoirs enseignés en moyens de décision, en connaissances,
- inversement les transformations de connaissances développées dans des situations d'action, de communication ou de preuve, en savoirs institutionnalisés, organisés de façon canonique.

Les contrats de reprise des savoirs "anciens"

La révélation :

Le savoir ancien n'est évoqué, le plus souvent implicitement, que pour servir de décor, de faire valoir, d'antinomie, au savoir nouveau et finalement être "péjoré" ou rejeté.

[2] J. Centeno et G. Brousseau (ICME Budapest)

Le rappel :

Le concept de situation de rappel a été introduit par M.J. Perrin[3]. Le savoir rappelé est supposé être "identique" au savoir convoqué. Les faits principaux et les actions passées sont évoquées, formulées, reconstruites, rationalisées et justifiées après coup dans une situation didactique particulière qui est un des instruments principaux de l'institutionnalisation. L'explicitation des faits connus de tous est théoriquement placée sous le contrôle de la mémoire personnelle de l'élève, mais il est clair qu'il ne peut formuler et rendre public que ce que le répertoire didactique lui autorise. D'un autre côté ces situations de rappel permettent à l'élève de formuler ses observations et ses souvenirs de façon incomplète et allusive puisque leur passé commun met le professeur en mesure de les comprendre. Il se crée ainsi une zone proximale d'apprentissage où les connaissances apparaissent sous des formes provisoires (inévaluables de façon formelle mais perceptibles au professeur) avant leur acquisition sous forme de savoirs.

La reprise :

La forme ancienne est dans ce cas ouvertement mise en cause dans sa forme : elle fait alors l'objet d'une formulation, ou d'une traduction, ou dans sa constitution même : elle est alors l'objet au moins d'un commentaire, souvent d'une explication, d'une remise en cause, d'une critique, ou même d'un rejet. La reprise place le savoir ancien dans une nouvelle dialectique.

Les inconvénients de l'utilisation bonne ou mauvaise des connaissances anciennes se révèlent aux enseignants et aux administrateurs de l'enseignement lors des changements de classe ou de niveaux[4].

3.2 La régulation didactique

3.2. 1. Critique de la méthode, des "méthodes"

Qu'il s'agisse de décrire les pratiques effectives des enseignants, ou de leur proposer des moyens d'action, la littérature usuelle le fait presque sûrement sous la forme de « méthodes ». Peut-être est-ce l'effet du désir de rationaliser l'action des professeurs et de la nécessité de réduire la complexité des phénomènes qu'ils ont à prendre en compte.

Ce qui précède tend à montrer cas par cas ce qu'un raisonnement avait déjà établi de façon plus générale en théorie des situations : aucune méthode didactique ne peut résoudre seule les paradoxes fondamentaux et donc aboutir à un apprentissage des mathématiques. Même s'il obéit à des conditions et à des lois

[3] MJ. Perrin, Thèse
[4] J. Centeno et G. Brousseau

générales et collectives, ce dernier s'effectue par un processus historique dans des conditions dialectiques où les ruptures jouent un rôle important. Ainsi le travail didactique du professeur consiste essentiellement à réguler et changer de contrat didactique de façon à maintenir des équilibres et des conditions optimales et non pas à appliquer contre vents et marées une méthode, aussi sophistiquée soit -elle.

En fait les méthodes qui décrivent l'action didactique ne prennent que très peu en compte la régulation du système alors que l'essentiel du travail didactique va consister à maintenir la relation didactique dans des limites acceptables par rapport à différentes variables. Ces bornes au-delà desquelles entrent en oeuvre des corrections spécifiques forment un "polyèdre". La régulation va conduire à l'usage de toutes les méthodes.

II ne s'agit pas d'affirmer que la régulation des méthodes doit échapper à l'analyse scientifique mais d'orienter la recherche sur un terrain nouveau celui des indices de dérèglements et des moyens de régulation qu'ils appellent. Le fait que ces écarts ne puissent pas être corrigés seulement par une décision à l'intérieur d'une même « méthode » mais par des changements de contrats c'est à dire par des méthodes différentes change la complexité mais pas la nature du problème. Cette orientation pourrait tout de même avoir une conséquence sur la conception que la société se fait de l'enseignant : certains voudraient l'enfermer dans l'application d'une méthode. il semble qu'il faille renoncer à cette image.

3.2. 2. Les objets de la régulation

Ce sont ceux qui ressortent de l'étude précédente. Ils sont très nombreux et peuvent être classés en première approche selon les types proposés par la théorie des situations. II faut y ajouter toutefois tout ce qui touche aux caractères temporels. Par exemple, certaines variables caractérisent des phénomènes instantanés et relèvent d'une correction continue. Elles contrôlent des vitesses de variation, comme par exemple le débit didactique qui mesure l'apport d'information par les variations de l'incertitude des élèves. D'autres variables concernent un intervalle de temps assez court comme par exemple le temps ou les délais accordés à telle ou telle partie du travail. D'autres enfin concernent des phénomènes cumulatifs ou se déroulant sur un long terme.

Il faut remarquer que les équilibres dont il s'agit ne sont pas pour la plupart identifiables avec le choix d'une valeur moyenne pour une variable déterminée, mais plutôt comme le maintien de relations dialectiques entre des systèmes antagonistes.

Il convient donc d'équilibrer aussi le recours à la mémoire et le recours à la reconstruction instantanée des savoirs, les caractères ancien ou nouveau des connaissances en jeu au cours d'une leçon, et dans cette voie, la répétition ou le rite et la rupture.

Dans le même ordre d'idée, le traitement immédiat des situations et des apprentissages n'est pas toujours possible, mais la référence et le renvoi à d'autres

apprentissages, sous la responsabilité du professeur ou sous celle de l'élève doivent être limités.

Dans la mise en oeuvre d'une situation d'action, l'équilibre entre ce qui est effectif et ce qui est fictif ne doit pas être rompu, ainsi que l'équilibre entre le dit et le non dit, ou celui entre les formes procédurales et les formes déclaratives du savoir.

A propos d'un même concept, des connaissances trop nombreuses et trop familières rendent inutiles ou biaisent les savoirs qui sont une autre manière de l'approcher, inversement des savoirs associés à trop peu de connaissances pertinentes ne peuvent fonctionner. II faut donc maintenir un certain rapport entre ce qui reste historique dans la genèse du savoir, et ce dont la structure est reconnue et institutionnalisée.

Il est aisément concevable que le professeur doit maintenir un gradient didactique suffisant pour permettre un fonctionnement aisé des connaissances de l'élève et une convergence vers les pratiques visées. Cela entraîne le maintien de différences raisonnables entre les divers vocabulaires en présence celui de l'élève (l'ancien et le nouveau), celui du professeur, celui du scientifique (exemple : écart/angle). Ces différences ne doivent être ni trop grandes ni trop petites.
La variété des modes d'expression et le choix des différents langages enseignés pour manipuler une même notion doivent être régulés. Trop de formes d'expression différentes pour une même notion, surtout si elles apparaissent avec des fréquences trop voisines, ne favorisent pas l'usage ni l'apprentissage, contrairement à une croyance didactique très répandue.

Ce contrôle en rejoint un autre, très actuel aussi. Augmenter le "sens" pour l'élève apparaît comme un projet didactique favorable dans tous les cas. Certes la présentation de situations susceptibles de faire apparaître la création et l'usage d'une connaissance comme évidente et naturelle, le rattachement de cette connaissance à d'autres pour mieux la définir ou la comprendre, l'exemple de ses applications multiples, ses traductions dans toutes sortes d'autres langages et toutes sortes d'enrichissements peuvent chaque fois apparaître localement comme un progrès. Mais l'acquisition de connaissances par des processus basés sur leur sens est très souvent très coûteuse en temps, l'accumulation des circonstances particulières encombre l'apprentissage et cache les structures. La nature des mathématiques est d'oublier les circonstances inutiles grâce à la formalisation et à la généralisation à bon escient. La recherche du sens doit être corrigée par une autre, celle de la structure, de la théorie, etc. et elle doit en retour contrôler le formalisme de l'enseignement.

Nous ne citerons ici que pour mémoire l'équilibre entre le langage et le métalangage, le recours au contrôle du sens par des moyens exogènes (mnémotechniques, métaphoriques, etc.) doit être lui aussi mis sous tutelle. Nous avons signalé les mécanismes du glissement métadidactique.

La gestion des motivations, extrinsèque mais surtout intrinsèque des élèves requiert une compréhension profonde du plaisir ou de la peine de l'élève, peut être pas celle, trop intime et personnelle, de chaque élève, mais celles, bien réelles, construites dans une petite collectivité par les actions et les réactions communes.

Citons enfin, parmi d'autres, les équilibres entre les types de justifications évoqués par le professeur lors de la correction des erreurs ou des exercices. Selon qu'il veut ou non prendre en charge la correction d'une erreur dans sa stratégie didactique, il attribuera l'erreur à des caractéristiques de l'élève (inattention, n'a pas compris, ne comprendra jamais), à des caractéristiques de l'erreur (correction techniciste : écart avec la norme, la règle est violée), à des particularités de l'apprentissage (échec de la leçon correspondante), ou à des particularités du savoir qui relèvent d'une intervention spécifique. Il n'est pas recommandé de toujours expliquer aux élèves les "vraies" raisons de leurs difficultés ni les arcanes des analyses psycho-didactiques de leur état. La perméabilité didactique dans ce domaine peut avoir les conséquences les plus négatives.

Chaque débordement pour chaque variable possède finalement un prix didactique.

Enseignement de la dialectique OUTIL-OBJET et des JEUX de CADRES en formation mathématique des professeurs d'école

Régine DOUADY

Extrait de Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques – Colmar 1993.

L'auteure définit et illustre les notions de Dialectique outil- objet *et* Jeux de cadres *qu'elle a introduites dans la didactique des mathématiques, en s'appuyant sur l'enseignement des mathématiques dans le premier degré et la formation des enseignants.*

1. Introduction

Je ne chercherai pas à décrire la Dialectique outil-objet ni les Jeux de Cadres. On pourra se reporter à (Douady R.1984, 1987, 1991). Je me situe dans le contexte de la formation des enseignants, qu'ils soient professeurs d'école ou professeurs de mathématiques. Cependant, j'illustrerai mon propos par des exemples pris à l'école primaire.

Les questions qui m'intéressent sont les suivantes :

- Quels rôles la Dialectique outil-objet et les Jeux de Cadres peuvent-ils jouer dans l'apprentissage des mathématiques et, par contre coup, dans la formation d'un enseignant en charge de cette discipline ?
- S'ils sont retenus comme contenus de formation, quels problèmes d'enseignement posent-ils ?
- Peut-on envisager des stratégies de formation favorisant chez les formés la disponibilité opérationnelle de ces connaissances ?
- Quelles sont les difficultés de mise en œuvre des stratégies retenues ?

Pour chacune des questions précédentes, la réponse dépend-elle des concepts, des niveaux scolaires ?

Bien sûr, il ne s'agit pas de répondre à toutes ces questions, mais seulement de situer la Dialectique outil-objet par rapport à elles.

2. Explication du vocabulaire

L'expression **dialectique outil-objet** comporte trois mots.

- Le mot **objet** fait référence au savoir institué, à un moment donné, à sa représentation formelle, à l'aspect culturel et ce, de différents points de vue. Au niveau de l'ensemble des objets, il y a une idée de cohérence, d'organisation globale du savoir.

*Comme **objet**, un concept est défini sans référence à un contexte particulier, sans référence à un chercheur particulier, conformément aux règles du jeu permises en mathématiques et qui, elles, ont un caractère a-temporel.*

- Le mot **outil** fait référence au fonctionnement des notions mathématiques, explicitement ou implicitement, notions constituées en objets ou seulement en voie de l'être. Que permettent-elles de faire à un chercheur ou à une équipe, dans la *dynamique mathématique ?* J'entends par-là la prise en compte d'un ensemble de questions, de problèmes, de recherche de stratégies de résolution, des stratégies elles-mêmes, d'identification des objets impliqués dans le travail de résolution, de reformulation dans des registres ou dans des cadres différents, de recherche de liens entre des questions apparemment étrangères...

*Comme **outil,** un concept est impliqué dans un contexte problématique par quelqu'un (individu ou groupe), à un moment donné.*
Ceci n'empêche pas qu'un même outil soit adapté à différents contextes, sous l'action de différents chercheurs, à différents moments.
Ainsi les mots outil et objet renvoient à deux significations des notions mathématiques qu'il est important de distinguer de plusieurs points de vue :

- *scientifique,* lorsqu'il s'agit de décrire ou d'organiser un exposé oral ou écrit de mathématique. S'agit-il d'exposer des définitions, des théorèmes avec ou sans démonstration ? S'agit-il d'étudier une question mathématique ? S'agit-il de modéliser une question d'un autre champ ? ...

- *épistémologique,* lorsqu'il s'agit de décrire l'évolution
  - à l'échelle historique : qu'est ce qui a provoqué sa naissance et son développement, dans quelle(s) problématique(s) *et* avec quel statut ?
  - à l'échelle de la psychogenèse.

- *didactique,* lorsqu'il s'agit de décrire et d'expliquer les raisons des choix de l'enseignant. A la suite de ces choix, l'enseignant prend des décisions et met ses élèves dans une certaine situation. II s'agit alors de décrire cette situation, de préciser les attentes de l'enseignant, les moyens d'action et les moyens de contrôle à disposition des élèves pour répondre à la demande. Il s'agit aussi de décrire l'évolution des décisions de l'enseignant eu égard à l'interprétation qu'en font les élèves auxquels il s'adresse et à

l'effet qu'elles produisent en termes de connaissances et de sens de ces connaissances pour eux.

- *formation professionnelle*, lorsqu'il s'agit de mettre en regard la réalité telle qu'elle peut être observée et telle qu'elle serait souhaitable.

- Le mot **dialectique** fait référence aux changements de statut des connaissances, à la façon dont ces changements interviennent dans l'organisation du savoir culturellement reconnu et à la façon dont ce savoir joue dans le progrès scientifique.

On sait bien toutefois que ces changements diffèrent selon les concepts, et que l'évolution historique peut être très différente de ce qu'on peut observer ou organiser dans un contexte scolaire.

Si l'on s'intéresse à l'histoire des mathématiques, on se rendra compte que les événements se déroulent de façon ambiguë et plus complexe qu'il n'y paraît, que plusieurs sens coexistent pour des mathématiciens contemporains, voire chez un même mathématicien selon l'environnement des questions qu'il traite. Dans l'enseignement, on peut focaliser son attention sur l'aspect fonctionnel, sur l'aspect descriptif, sur l'aspect explicatif, faire interagir ces différentes préoccupations. J'admets que *tout objet institué est un outil potentiel.* Ainsi peut s'installer, de façon générale mais non exclusive, une *dialectique* entre les statuts outil et objet d'un concept.

Soulignons un problème d'enseignement : qui prend en charge les transformations de statut des connaissances et comment ? Qui en a le contrôle ? Les *changements de cadres* (sur l'initiative de l'acteur de la situation et sous son contrôle : élève, groupe d'élèves ou enseignant) et jeux de cadres (changements organisés par l'enseignant) interviennent de façon essentielle dans ces transformations.

3. Sens et capitalisation du savoir

Deux facteurs contribuent au sens d'un concept :

- l'ensemble des questions où il est engagé,
- l'ensemble des relations avec les autres concepts engagés dans ces mêmes questions.

Autrement dit, le *sens* a plutôt à voir avec le *statut outil*, la *capitalisation du savoir* plutôt avec le *statut objet*. Toutefois, les relations entre concepts sont au cœur de la structuration du savoir et de ce fait, le *sens a aussi à voir* avec le statut *objet*. Plus, il a à voir *avec les transformations de statut.*

Par ailleurs, il arrive aussi qu'au cours de sa scolarité, un élève ait à *capitaliser des méthodes ou des pratiques qui sont des outils et non encore objets.* C'est le cas des représentations graphiques de certaines fonctions qui restent attachées à

des contextes qui leur donnent une certaine signification, même si, par ailleurs, elles sont dépersonnalisées.

Comment, dans la relation didactique, se construit le sens des connaissances mathématiques ? Comment se capitalise le savoir ? Comment s'articulent la construction du sens et la capitalisation du savoir ? Comment s'organise la cohérence ou la compatibilité entre différents points de vue sur un même objet mathématique ?

Telle quelle, cette question est trop large. Pour pouvoir l'aborder, on a besoin de préciser les caractères de la relation didactique et les contenus mathématiques en jeu. La Dialectique outil- objet offre alors des éléments de réponse.

La Dialectique outil-objet a une double signification épistémologique et didactique.

- Dans sa signification **épistémologique ;** elle constitue *un modèle*, partiellement seulement certes, d*escriptif et explicatif* de la relation enseignement/apprentissage d'une certaine notion ou d'un réseau de notions. Elle consiste à décrire et expliquer la production et l'évolution de certaines connaissances en termes de relations entre les questions posées et le savoir existant à un moment donné, en termes de changement de statut des notions en jeu. Les changements de statut résultent de l'étude d'une filiation de problèmes, de relais de questions dans des cadres différents.

La Dialectique outil-objet permet, dans certains cas, de questionner les contenus et modalités d'un enseignement existant et de les mettre en rapport avec leurs effets du côté des élèves. Elle permet de tester l'étendue et les limites de la diffusion des connaissances produites par les uns et les caractéristiques de la reprise par d'autres. Notons que les impasses où les uns se sont fourvoyés sont autant de repères pour les autres qui continuent à travailler.
Les *changements de cadre* constituent un élément descriptif du modèle, leur existence ou leur absence dans la réalisation analysée a une dimension explicative.

- Dans sa signification **didactique**, la Dialectique outil- objet prend appui sur deux points : sa signification épistémologique et l'hypothèse suivante :

Pour les élèves en situation scolaire, prise de sens et capitalisation du savoir se développent en dialectique.

Ainsi, pour *certains* concepts ou méthodes, objets d'enseignement, mais *non pour tous*, la Dialectique outil-objet schématise une organisation possible de la relation enseignement-apprentissage centrée sur la recherche d'un problème répondant à certaines conditions.

Il s'agit pour l'enseignant :

* de bâtir un scénario et une mise en scène de ce qu'il veut enseigner incluant une situation a-didactique au sens de G. Brousseau,

* de gérer les rapports entre ce qu'il propose et ce que les élèves font, d'étudier les initiatives qu'ils prennent, les contrôles qu'ils exercent, les justifications qu'ils donnent,

* d'organiser la diffusion de résultats encore contextualisés et d'aider à leur dépersonnalisation,

* d'aider, le cas échéant, à une certaine décontextualisation,

* d'évaluer les connaissances des élèves,

(cette évaluation peut prendre des formes très différentes selon que les notions en jeu sont considérées comme des outils ou comme des objets ; en particulier, l'étude d'un problème maillon d'un nouveau processus impliquant comme outil adapté ce qui vient de faire l'objet d'un cycle de la Dialectique outil-objet peut être une forme d'évaluation des connaissances dans leur statut d'outil : en effet, c'est une occasion pour l'enseignant de prendre de l'information sur la *disponibilité chez tel élève* de telle ou telle connaissance -en situation, à son initiative et sous son contrôle-),

* d'entretenir la disponibilité des connaissances.

Il s'agit pour chaque élève :

* d'entrer dans la situation a-didactique : chercher le problème proposé,

* d'intégrer son propre travail dans l'expression du travail de l'ensemble de la classe et de le situer par rapport au travail des autres élèves, par rapport aux initiatives ultérieures du maître sur le sujet, en somme, d'adopter une double attitude : travailler et réfléchir sur son travail.

Le *Jeu de cible* (R. Douady 1984) est un exemple d'ingénierie où l'enjeu est l'extension du champ numérique au CP pour des nombres allant de la dizaine à la centaine. Le processus qui s'appuie sur cette ingénierie porte sur quelques semaines.

Un autre exemple d'ingénierie a pour enjeu le *passage des nombres entiers aux nombres décimaux* en transitant par certaines fractions, ingénierie qui met en oeuvre plusieurs problèmes impliquant plusieurs cadres. et dont la durée du déroulement se compte plutôt en années (R. Douady et M.J. Perrin 1986).

Les Jeux de Cadre sont des outils pour mettre en oeuvre la Dialectique outil-objet dans sa phase a-didactique *:* spécialement pour suggérer des conjectures ou des questions jalons, des pas intermédiaires dans la recherche d'un problème, et ainsi permettre de créer *du nouveau à* partir *d'ancien.* L'intérêt et la force des Jeux de Cadre résident dans la possibilité, pour le maître de mettre à disposition des élèves au moins un cadre où ce qu'ils cherchent prend une forme chargée de sens pour eux. L'intérêt des Jeux de Cadre c'est aussi, du côté des élèves, de rendre pertinents et disponibles des outils, des méthodes, des techniques… non envisageables dans une première approche du problème qu'ils ont à résoudre. C'est particulièrement le cas du cadre algébrique qui sert à modéliser de nom-

breux problèmes externes aux mathématiques ou internes, mais relevant d'une autre branche.

Mais il est aussi possible et fructueux de mettre en œuvre **des Jeux de Cadre hors Dialectique outil-objet.** Cela veut dire que pour faire fonctionner des jeux de cadres, il n'est pas nécessaire d'avoir à chercher un problème dont l'outil adapté pour le résoudre est justement l'enjeu de l'enseignement. C'est ce qui se passe à certains moments de l'ingénierie sur les aires de surfaces planes (R. Douady et M.J. Perrin 1984).

Le maître, en faisant pression pour que les élèves changent de contexte, changent de registre, modifient le réseau des concepts et des écritures symboliques en relation pertinente pour les questions étudiées, crée une situation favorable à l'évolution de leurs conceptions et à l'élaboration de nouvelles connaissances disponibles sous leur contrôle.

4. La Dialectique outil-objet : un contenu de formation

La Dialectique outil-objet peut jouer plusieurs rôles.

1) Outil pour le formateur

Elle peut être un instrument didactique à disposition du formateur pour organiser son enseignement de mathématiques.
En particulier, elle offre la possibilité soit d'apprendre des sujets nouveaux, soit de revenir, sans lassitude. voire avec un certain suspens sur des questions mathématiques déjà traitées. Ceci est intéressant pour les futurs professeurs d'école en général fâchés avec les mathématiques, pour créer une certaine curiosité et les inciter à renouer avec des connaissances supposées disponibles, mais de fait non disponibles et pourtant nécessaires à l'exercice de leur futur métier. Bref, pour créer chez eux un rapport aux mathématiques convivial et non plus conflictuel, même s'il exige de l'effort, de la rigueur et de la vigilance.
La Dialectique outil-objet est alors un *outil pour le formateur.* Elle reste implicite pour les futurs enseignants. Il en est de même des changements de cadres.

2) Outil pour le futur enseignant

Elle peut être un instrument didactique à disposition du formateur pour confronter les futurs enseignants à des concepts de didactique *dans leur fonctionnement.* Ceci peut se produire :

- si les élèves-enseignants doivent élaborer des scénarios pour enseigner une certaine notion ou pour coordonner des notions déjà présentées indépendamment les unes des autres ;
- s'ils ont à analyser des processus d'enseignement décrits par leur chronique. Celle-ci peut leur être fournie par le formateur sous forme d'un texte ou d'une cassette vidéo. Elle peut être le résultat d'un vécu personnel de l'élève-enseignant dans l'une des positions suivantes : étudiant en train de faire des ma-

thématiques sous la conduite d'un formateur, observateur direct en classe d'une leçon (ou une série de leçons) assurée par quelqu'un d'autre, enseignant acteur d'un scénario d'une ou plusieurs leçons.

La Dialectique outil-objet est alors un *outil pour le futur enseignant.* Elle donne lieu, dans le premier cas à une institutionnalisation des mathématiques en jeu, et dans tous les cas à une explicitation, non nécessairement décontextualisée, des outils didactiques mobilisés par le formateur ou les formés.

3) Objet mobilisable par le futur enseignant

Elle peut être un objet d'enseignement aussi décontextualisé et dépersonnalisé que possible, u*n objet mobilisable par le futur enseignant.*
Ces différents rôles qui mettent en jeu, à la fois, les pratiques et les représentations métacognitives des enseignants, vont appeler des stratégies d'enseignement différentes dont on peut attendre qu'elles se fécondent mutuellement.

Les jeux de cadres, au sein d'un processus de type Dialectique outil-objet ou indépendamment d'un tel processus, sont aussi des outils à disposition du futur enseignant. On peut les lui présenter, soit implicitement pour résoudre une question didactique, soit explicitement en décrivant en quoi ils consistent, en donnant des exemples, en expliquant comment l'enseignant entend les provoquer chez les élèves et en exploiter les effets.

5. Stabilité ou dérapage dans une ingénierie

Pour remplir leur fonction, les enseignants ont besoin de disposer d'ingénieries qui leur permettent de prévoir sans trop de risque ce qui peut se passer au cours de la réalisation dans la classe. A défaut, ils doivent pouvoir disposer de repères et de moyens d'analyse qui leur permettent de prendre des décisions rapides dans l'action.
J'entends ici par ingénierie un ensemble de leçons organisées pour réaliser un projet d'enseignement et obtenir des élèves un certain apprentissage.
Ceci amène à distinguer les ingénieries selon qu'elles sont construites à des fins de recherche ou à des fins d'enseignement. Les premières ont pour objectif de répondre à des questions que se pose le chercheur. Elles peuvent être très difficiles à conduire, demander une grande expérience professionnelle d'enseignant pour ne pas s'écarter des conditions imposées à la situation. Ce n'est pas un inconvénient. Si tel est le cas, la classe pourra être celle d'un enseignant expert. C'est le cas par exemple pour certaines leçons de l'ingénierie sur les nombres décimaux mise au point par G. et N. Brousseau, que celle-ci et d'autres collègues expérimentés ont conduit dans leur classe : certains problèmes répondent bien aux conditions de la Dialectique outil-objet et nécessitent des jeux de cadres pour être traités. En revanche, la reproductibilité par des enseignants non avertis peut poser problème. D'autres ingénieries sont au contraire très stables. Cela veut dire que la mise en scène à partir de documents écrits donne lieu à une bonne régula-

rité dans les réalisations. Mieux, l'analyse didactique proposée offre la possibilité de faire d'autres choix pour les variables de situation et d'obtenir des réalisations cohérentes avec les prévisions. C'est le cas de la situation proposée par G. Brousseau et bien connue maintenant "l'agrandissement d'un puzzle".
Dans les risques de dérapage, un élément intervient de façon essentielle c'est la *référence à l'expérience matérielle ou physique.*
Va-t-on prendre en compte, dans l'étude proposée aux élèves, les erreurs expérimentales et le domaine de validité du modèle qu'on cherche à construire ?
Si l'erreur de mesure due à la manipulation ou aux limites de l'instrument est du même ordre que l'objet à étudier, si le domaine de validité est plus petit que le champ des expériences réalisable, il y a tout lieu de penser que l'enseignant travaillera dans le modèle pendant que les élèves travailleront eux dans la réalisation - à moins que sous l'effet du contrat, les élèves travaillent aussi dans le modèle. Enseignant et élèves ont toutes les chances de se situer dans des cadres différents malgré un langage commun. On peut alors prévoir un décalage croissant entre les attentes respectives de l'enseignant et des élèves et ce qui se passe effectivement. On peut prévoir une adaptation de l'enseignant sous forme de maïeutique, effet Jourdain, voire Topaze pour éviter un blocage de la relation didactique : il s'agit alors de sauver la reproduction externe à défaut du sens didactique de la situation.

Ce peut être le cas de la représentation des fractions comme épaisseur d'une feuille de papier : si une pile de *n feuilles* mesure 3 cm, *p piles* de *n feuilles* superposées ne mesurent pas forcément 3 *p* cm mais sans doute moins selon la valeur de *p*. De même, si on représente l'addition de deux fractions comme l'épaisseur d'une feuille obtenue en réunissant deux feuilles distinctes, il faudra s'inquiéter de la façon dont est réalisée cette réunion : s'il s'agit de colle, l'épaisseur de la colle risque d'être plus grande que l'épaisseur de chacune des feuilles. En revanche, dans l'agrandissement de puzzle, les erreurs de modèle peuvent être bien distinctes des erreurs de manipulation. Cela dépend de la forme des pièces et de leur combinatoire.

L'analyse en termes de *cadres et changement de cadres* peut être bien utile pour pointer les difficultés et les expliquer au moins partiellement.

6. Des difficultés de réalisation de la Dialectique outil-objet

Le processus s'appuie sur la donnée d'un problème mettant en jeu de façon essentielle ce que l'enseignant souhaite que les élèves apprennent.

1) En amont de la classe

- adapter des énoncés existants à une situation particulière,
- trouver de *bons* problèmes.

Cela demande que l'enseignant ait des repères pour savoir s'il peut travailler par Dialectique outil- objet ou non. Par exemple, les concepts généralisateurs, unifi-

cateurs se prêtent mal à un travail par Dialectique outil-objet comme le montrent A. Robert et J. Robinet.

2) En classe, pour enclencher la Dialectique outil- objet

Les mathématiques sont-elles un enjeu pour les élèves ?
Si oui, comment assurer la *dévolution* du problème aux élèves ?
Sinon. comment déplacer l'enjeu vers le problème ? (cf. l'exemple du calcul mental, cahier DIDIREM 19.1 ou Repères-IREM n° 15).

3) En classe, pour avancer

Que peut faire l'enseignant si un élève sèche et ne sait pas exploiter les changements de cadres prévus pour lui permettre d'avancer ?

4) En classe, pour choisir ce qui est à institutionnaliser et le moment pour le faire, par delà les diversités cognitives et les différences de familiarité des élèves.

Ces difficultés provoquent des problèmes à l'enseignement de la Dialectique outil-objet et des Jeux de Cadre dans la mesure où en principe, il n'y a pas de réponse générale mais des réponses adaptées aux différents élèves et aussi aux contenus mathématiques.

7. Propositions d'enseignement de stratégies

Le formateur a besoin de prendre en compte la réalité de l'enseignement. *telle qu'elle est,* aussi bien que telle qu'il voudrait qu'elle soit. Il a besoin de s'appuyer sur des pratiques vécues et sur les représentations métacognitives des stagiaires et de leur milieu d'accueil. Les stratégies de formation doivent permettre d'intégrer dans l'habitus des pratiques différentes (P. Perrenoud 1994).
La situation de formation fait intervenir les mathématiques de plusieurs points de vue :

- *comme champ scientifique à mieux connaître.*

Cela amène à faire des mathématiques comme un étudiant peut le faire : résoudre des problèmes, vérifier les hypothèses de validité d'un théorème, retrouver la démonstration, chercher des contre exemples à un énoncé...

- *comme domaine à enseigner et en particulier à mettre en scène.*

Cela demande un travail de découpage du corpus à enseigner respectant bon nombre d'exigences : cohérence mathématique compatible avec un découpage dans le temps, avec une certaine recevabilité du côté des élèves, une possibilité d'évaluation...
Cela demande d'opérer une décentration par rapport aux objectifs mathématiques auxquels l'étudiant était habitué.
Ce n'est plus lui qui est au centre de la scène mais les élèves, ce n'est plus sa réussite qui sert à l'évaluation de ce qu'il fait, mais celle des élèves (A. Robert, 1994 journée de formation).

Cela conduit à proposer de combiner plusieurs stratégies de formation. Citons à titre d'exemples celles qu' A. Kuzniak a dégagées dans sa thèse (1994) : monstration, homologie, transposition.

1) Homologie en position d'étudiant

Le formateur essaie de faire vivre aux stagiaires le type de situation qu'il voudrait que le futur enseignant mette ensuite en place dans sa classe.
Par exemple, il propose aux stagiaires un problème de mathématique. Il l'a choisi et a organisé l'énoncé en fonction de critères didactiques. Il a prévu ce qu'il voudrait institutionnaliser et qu'il voudrait voir réinvesti.

Se pose alors immédiatement la question du choix du contenu mathématique : en relation directe avec les programmes à enseigner ou bien mettant en jeu des notions nouvelles, mais susceptibles d'être abordées à partir de leurs connaissances, dans un temps compatible avec le temps imparti à la formation.

Citons un thème de chaque catégorie

- *Découper dans une feuille de papier un disque et un rectangle de façon à fabriquer un cylindre, fermé à un bout, de volume maximum.*
- *Comment rendre compte de l'irrégularité d'une côte très découpée ?*

Les notions de variable didactique, de saut informationnel, d'outil et d'objet, de registre (système sémiotique de représentation), de cadres sont des références essentielles pour la mise en forme des énoncés à proposer et la gestion de la situation dans sa dynamique

Puis il fait une *double institutionnalisation* mathématique et didactique. Autrement dit, un cycle Dialectique outil-objet du point de vue mathématique, puis une explicitation des raisons qui ont amené au choix d'un énoncé particulier, et aussi dans la mesure du possible des décisions prises au cours du travail.

2) Monstration

Observation en classe d'une réalisation satisfaisant aux hypothèses de la Dialectique outil-objet et d'une classe mettant en oeuvre des hypothèses différentes.
Prises de notes et analyse avec le formateur à partir des notes prises. Confrontation des points de vue de différents observateurs d'une même leçon, le cas échéant.
Explicitation éventuelle des notions didactiques ayant servi à l'analyse.

3) Homologie en position d'enseignant

Comment enseigner telle notion mathématique, à tel niveau ?
Il s'agit de bâtir des scénarios et envisager la mise en scène, d'adapter des ingénieries existantes pour satisfaire certaines contraintes.
Il revient au formateur de choisir un contenu qui se prête bien à une ingénierie de type Dialectique outil-objet et un contenu qui s'y prête mal.

4) Transposition

Il s'agit d'aider l'enseignant à adopter une altitude réflexive par rapport à sa propre pratique.
Compte tenu d'une réalisation précise, les choix didactiques étaient-ils bien compatibles avec les intentions ? La situation a-t-elle évolué comme il était attendu ? Sinon qu'est ce qui a provoqué les distorsions ? Quelles décisions ont été prises dans l'action ? De quoi relevaient-elles (représentations métacognitives, contrat, savoir...) ? L'analyse faite remet-elle en cause les prévisions pour la suite ? Si oui, sur quoi faire porter les changements ?

En combinant des stratégies différentes, on pense agir sur les connaissances mathématiques, sur le sens de ces connaissances pour le futur enseignant, sur ses représentations du savoir, sur la manière d'apprendre en relation avec le public élève qui lui est confié.
La Dialectique outil-objet et les jeux de cadres sont des éléments qui contribuent à ce programme de formation.

Bibliographie

ARTIGUE M. (1989) Ingénierie didactique, *Recherches en Didactique des mathématiques* n° 9.3. 281-308. La Pensée Sauvage, Grenoble.

BAUTIER E. et ROBERT A. (1988) Réflexions sur le rôle des représentations métacognitives dans l'apprentissage des mathématiques. *Revue Française de Pédagogie*. N° 84. 13-19. INRP, Paris.

BROUSSEAU G. (1987) Fondements et méthodes de la didactique. *Recherches en Didactique des mathématiques* n° 7.2. 33- 15. La Pensée Sauvage, Grenoble.

BROUSSEAU G. (1990), Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en Didactique des mathématiques,* n° 9.3. 309-336. La Pensée Sauvage, Grenoble.

CHARLOT B. et BAUTIER E.(1993) *Rapport à l'école, rapport au savoir et enseignement des mathématiques.* Repères IREM n°10. Topiques Editions, Pont à Mousson.

COPIRELEM (1991) *Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques*, Tome 1. Actes du stage national de Cahors, mars 1991. IREM de Paris 7, Université Denis Diderot.

COPIRELEM (1993) *Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques*, Tome 2. Actes du stage national de Pau, mars 1992. IREM de Bordeaux. Université de Bordeaux I.

DOUADY R. (1984) Jeux de cadres et dialectique outil-objet, Cahier de Didactique n°3. IREM PARIS 7

DOUADY R. (1984) Jeux de cadres et dialectique outil-objet, *Recherches en Didactique des mathématiques* n° 7.2. 5-32. La Pensée Sauvage, Grenoble.

DOUADY R. (1992) Des apports de la didactique des mathématiques à l'enseignement. *Repères IREM*, n°6. Topiques Editions, Pont à Mousson.

DOUADY R. (1994) Ingénierie didactique et évolution du rapport au savoir. *Repères IREM* n°15. Topiques Editions, Pont à Mousson.

DOUADY R. et PERRIN-GLORIAN M.J (1989)
Un processus d'apprentissage du concept d'aire de surface plane. *Educational Studies in Mathematics*, n°20. 387-424

KUZNIAK A. (1994) *Étude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré*. Thèse de doctorat, Université Paris 7

PERRENOUD P. (1994) *La formation des enseignants entre théorie et pratique*. L'Harmattan.

PERRIN-GLORIAN M.J.(1993) Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes « faibles ». *Recherches en Didactique des mathématiques*,, n°13.1. La Pensée Sauvage, Grenoble

ROBERT A. et ROBINET J. (1989), Représentations des enseignants de mathématiques sur les mathématiques et leur enseignement. *Cahier de DIDIREM, n°* 1, IREM, PARIS 7.

Glossaire de didactique

COPIRELEM à partir d'un document de M.H. Salin et J. Briand

Cet article se propose de préciser des notions de didactique des mathématiques.

Bien entendu, un recueil de définitions ne saurait se substituer à la pratique de la discipline (en l'occurrence, ici, la didactique des mathématiques). Il ne s'agit nullement de réduire la didactique à une mise au point terminologique.

Mais un autre phénomène se produit parfois dans les lieux de formation : c'est celui ***de l'utilisation*** *de mots de didactique des mathématiques* ***sans maîtrise*** *des concepts auxquels ces mots font référence. Par exemple, il n'est pas rare de voir utilisée la notion de "contrat didactique" pour évoquer le rapport maître-élève au sens affectif du terme ; de même, la "transposition didactique" serait, pour certains, la nouvelle façon de parler de la préparation des cours.*

Le glossaire qui suit n'a rien de figé. Malgré ses imperfections et ses lacunes, il essaie de faire le point sur des termes souvent utilisés ; leur sens s'affinera sans doute au fur et à mesure du développement des recherches. Nous espérons qu'il permettra à tous ceux qui ***travaillent en didactique des mathématiques*** *d'avoir des références communes pour un certain nombre de concepts.*

Didactique des mathématiques

"La didactique des mathématiques étudie les processus de transmission et d'acquisition de cette science, particulièrement en situation scolaire. Elle se propose de décrire et d'expliquer les phénomènes relatifs aux rapports entre son enseignement et son apprentissage. A terme, elle se propose d'améliorer les méthodes et les contenus de l'enseignement, assurant chez l'élève la construction d'un savoir vivant (susceptible d'évolution) et fonctionnel (qui permette de résoudre des problèmes et de poser de vraies questions)." (Douady *Encyclopedia Universalis* 1984)

Pour résumer, on peut dire que :

- la didactique des mathématiques fournit des outils professionnels à l'enseignant, tout en préservant sa liberté pédagogique ;
- elle permet d'identifier des faits, d'analyser des phénomènes d'enseignement ;
- elle permet d'analyser des productions d'élèves, d'interpréter des erreurs ;
- elle vise la construction de situations d'apprentissage et donne à l'enseignant des outils pour les réaliser.

Situation

Le terme " situation " désigne l'ensemble des circonstances dans lesquelles se trouve le sujet (élève, professeur..), les relations qui l'unissent à un milieu, l'ensemble des données qui caractérisent une action ou une évolution (d'après

Brousseau, *Théorie des Situations Didactiques* Editions La Pensée Sauvage 1999 p 279).

Le milieu est constitué des objets (physiques, culturels, sociaux, humains) avec lesquels le sujet interagit dans une situation.

Situation didactique (relativement à un savoir)

" Une situation didactique est une situation où se manifeste directement ou indirectement une volonté d'enseigner, un enseignant " Brousseau, *Théorie des Situations Didactiques* p 281

Une situation didactique est l'ensemble des relations pertinentes (explicites et/ou implicites) d'un sujet (ou de plusieurs sujets) apprenant avec un sujet enseignant et avec un milieu mobilisé par ce dernier pour faire approprier un **savoir** déterminé.

Situation non didactique (relativement à un savoir)

Une **situation non didactique** (relativement à un savoir) est une situation construite de façon à ce que le résultat souhaité ne puisse être obtenu que par la mise en œuvre des connaissances visées, mais dont le milieu ne comporte aucun agent intervenant au cours du déroulement pour faire acquérir au sujet une connaissance déterminée : il n'y a pas d'intention d'apprentissage dans la situation.

Situation a-didactique (relativement à un savoir)

Une **situation a-didactique** est une situation construite de façon à ce que le résultat souhaité ne puisse être obtenu que par la mise en œuvre des connaissances visées mais que l'élève ne puisse pas lire (ou ait renoncé à lire), pendant un temps suffisant, les intentions du professeur concernant ces connaissances, pour prendre ses décisions.

Les bonnes décisions des élèves, celles qui correspondent au savoir associé, constituent des stratégies rationnelles d'action sur un milieu, que le professeur n'a pas besoin de valider, puisque le milieu s'en charge.

Les propriétés didactiques d'une situation a-didactique varient beaucoup selon que :

- la dévolution est réussie ou non,
- les connaissances dont disposent les élèves sont adaptées ou non (capacité à entrevoir une stratégie de base, capacité à la mettre en question, fonctionnalité de connaissances permettant de valider intellectuellement certaines décisions, méconnaissance préalable des stratégies gagnantes),
- la situation est une situation d'action, de formulation ou de validation.

Situation fondamentale (correspondant à un savoir)

Une situation fondamentale d'un savoir visé est une situation à variables didactiques qui engendre, par manipulation de ces variables, un ensemble minimal de situations a-didactiques suffisamment étendu pour couvrir toutes les formes du savoir visé.

Une situation fondamentale est une situation d'apprentissage lorsqu'elle permet l'acquisition de **savoirs** ou de **connaissances** nouvelles par un sujet.

Pour l'étude, on peut se poser les questions suivantes :

- Quel est le ou les savoirs visés ?
- Y-a-t-il bien un problème posé aux élèves qui n'affiche pas directement les savoirs à mobiliser ? *(contrôle de l'a-didacticité).*
- L'élève peut-il comprendre la consigne et s'engager vers une solution sans disposer de cette connaissance entièrement élaborée ? *(Il s'agit ici de mieux contrôler le premier critère au moment de la consigne).*
- L'utilisation de la connaissance visée est-elle nécessaire pour parvenir à la solution du problème posé aux élèves ? *(si oui, on a affaire à une situation de consolidation, de contrôle (qui serait qualifiée d'ouverte si le premier critère est rempli) et non d'apprentissage par adaptation*).
- Quelles sont les procédures possibles pour résoudre le problème ? *(il peut y avoir plusieurs stratégies de base qui engagent elles-mêmes des procédures variées).*
- Comment l'élève voit-il qu'il a réussi ou échoué ? Est-il entièrement dépendant de l'adulte ou la situation comporte-t-elle des rétroactions ? *(Critère qui permet de s'assurer comment le milieu permet à l'élève de progresser).*
- La vérification du résultat peut-elle lui donner des informations sur la façon de réussir ? *(critère qui permet l'adaptation effective)*
- La vérification du résultat est-elle confondue avec l'activité ? *(à lier au premier critère ; permet en particulier, dans les situations faisant intervenir un milieu matériel, d'analyser le rôle de ce matériel : manipulation ou moyen de vérifier une hypothèse faite).*
- Peut-il recommencer en modifiant sa procédure ?

Dévolution d'une situation :

Comment faire pour que le problème qu'a inventé l'enseignant devienne le problème que va chercher à résoudre l'élève ? Pour reprendre un vieux terme de droit adapté à la question de la transmission des savoirs : comme faire la dévolution d'une situation à un élève.(*Dévolu* : terme de jurisprudence. Qui est transporté, transféré, échu, acquis par droit. *Dévolution* : Attribution des biens à une ligne successorale par suite de l'extinction ou de la renonciation de l'autre. (LITTRE).)

On appelle dévolution d'une situation a-didactique l'ensemble des conditions qui permettent à l'élève de s'approprier la situation : enjeu intellectuel et contexte favorable.

"La dévolution consiste, non seulement à présenter à l'élève le jeu auquel le maître veut qu'il s'adonne, mais aussi à faire en sorte que l'élève se sente responsable, (au sens de la connaissance et non pas de la culpabilité), du résultat qu'il doit chercher." Brousseau, *Actes de l'université d'été* d'Olivet 1988)

Dialectique de l'action

Elle consiste à placer l'élève devant un problème présentant plusieurs caractéristiques :
- la solution est la connaissance visée ;
- l'élève doit posséder un ou des modèles, plus ou moins perfectionnés, lui permettant de prendre des décisions ;
- la situation doit renvoyer à l'élève des informations sur son action lui permettant de juger du résultat, d'ajuster cette dernière, sans l'intervention du maître.

Dialectique de la formulation

La validation empirique obtenue lors de la dialectique de l'action est insuffisante pour une réelle activité mathématique. Dans cette nouvelle phase, l'enseignant doit construire une situation dont l'objectif est de démontrer pourquoi le modèle créé est valable ou non.

Dialectique de la validation

Pour que le sujet puisse expliciter lui-même son modèle implicite, et pour que cette formulation ait du sens pour lui, il faut qu'il rencontre un nouveau problème dans lequel la connaissance va obligatoirement intervenir sous forme d'un langage (écrit ou oral).
Il est rare que ces trois dialectiques se retrouvent au cours d'une même séance de classe.

Connaissances

Nous appelons connaissance engagée dans une situation ce qui permet à un sujet qui doit, dans cette situation, envisager une série de **choix possibles,** de prendre une décision, de manière reproductible (i.e. la même décision pour une situation analysée comme de même type).
Une connaissance est donc attestée par des actions réalisées par le sujet, accompagnées ou non de formulations langagières (orale, graphique ou écrite), explicitant les choix envisagés et la décision (qui sera) prise, ou de débat sur le système de détermination des choix et de décision. Des décisions issues de connaissances manifestent une certaine régularité.
Certaines décisions régulières ne correspondent pas à des choix, mais à l'absence de considération par le sujet de choix à réaliser : il n'envisage qu'une décision possible.
Dans les cas intéressants, les décisions seront le fruit de la prise en compte de plusieurs possibilités, et de l'élimination de toutes sauf une parmi elles.
Dans les cas de non-régularité, nous dirons que les décisions sont (encore) le fruit d'une opportunité ou d'un hasard.
Certaines connaissances sont des savoirs ou des savoir-faire appliqués, c'est à dire convertis en moyens de décision ou d'action, mais d'autres sont des régularités, des schèmes ou des modèles qui peuvent échapper à l'analyse ou même à la conscience de ceux qui les utilisent : ce ne sont donc ni des savoirs, ni des savoir-faire (certains les nomment savoirs d'expérience).

Dans certaines situations, l'élève a besoin de connaissances que l'école n'enseigne pas, mais qu'il doit pourtant mettre en œuvre pour apprendre le savoir ou pour utiliser ce qu'il a appris.

" Lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible : il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable, dans ce sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation ". F.Conne " Savoir et connaissance " (*Recherches en Didactique des Mathématiques* Vol 12/3 p 222-267).

Savoir

Un savoir est un ensemble de connaissances reconnues **culturellement dans une institution.** C'est le savoir qui permet le repérage des connaissances des sujets utiles à la vie de l'institution. Un savoir se formule, dans une langue et dans une culture. Les savoirs mathématiques de référence sont ceux produits et consignés par les mathématiciens dans les ouvrages et articles de mathématiques.

Connaissances et savoirs

Le savoir n'est pas la connaissance et la connaissance n'est pas le savoir.
Les connaissances, instruments personnalisés d'action sur le monde, ne sont pas naturellement transformées en savoirs. Un enfant qui a réussi quelque chose ne reconnaît pas encore la valeur culturelle de ce qu'il a fait. Les mathématiciens n'ont pas toujours (ou pas encore à une date t) institutionnalisé en savoirs toutes les connaissances communes nécessaires à leur pratique (cf. énumération, fractales…).
Le savoir est un objet culturel ; sa création et la manière de l'acquérir sont sociales, à l'intérieur d'une institution, en utilisant une langue et une culture dans lesquelles elles sont explicitées, établies, reconnues.
Les savoirs ne sont pas naturellement transformés en connaissances par un sujet dans une situation ; il faut que celui-ci soit capable d'établir un rapport de sujet connaissant à la situation ; il faut aussi que la culture du savoir que le sujet maîtrise puisse lui donner des outils pour identifier des objets de la situation par des objets du savoir et réaliser sur ces objets les traitements selon les algorithmes, énoncés, jugements dont il a la maîtrise dans le domaine du savoir.
A un savoir bien identifié, dans une institution donnée, il correspond un ensemble de situations qui sont spécifiques de ce savoir. Ce savoir permet de reconnaître et de décrire les connaissances utiles à un sujet pour prendre les décisions adéquates à la réalisation de son projet.

Statut (ou fonctionnement) des connaissances : outil et objet. Dialectique outil-objet

Etude de Douady (*Recherches en Didactique des Mathématiques* 1986 vol 7. p5-31) sur le fonctionnement des connaissances scientifiques :

- comme **outils** (implicites ou explicites), elles peuvent fonctionner dans les problèmes qu'elles permettent de résoudre ;

- elles sont **objets** en tant qu' " objets culturels ayant leur place dans l'édifice des mathématiques à un moment donné, reconnu socialement ".

Dans la genèse des mathématiques, un concept est souvent outil implicite, avant de devenir objet du savoir constitué, puis outil explicite au service d'autres problèmes : d'où la notion de **dialectique outil-objet.**

Cadres, jeux de cadres, changements de cadres

" Un **cadre** est constitué des objets d'une branche des mathématiques, des relations entre ces objets, de leurs formulations éventuellement diverses et des images mentales que le sujet associe à un moment donné à ces objets et à ses relations " (Douady, thèse 1984)

Un concept mathématique peut être mobilisé dans plusieurs cadres (physique, numérique, géométrique graphique, informatique) entre lesquels s'établissent des relations contribuant à la connaissance de ce concept.

" Un *changement de cadres* est une mise en relation intéressée et intéressante de deux traductions d'un même problème (à résoudre) dans deux (ou plus) domaines de travail (*les cadres*)" (Robert 2001)

Un **jeu de cadres** est la prévision construite par le professeur de l'utilisation par les élèves d'un changement de cadres alors qu'un seul cadre est explicite.

Contrat pédagogique

Les règles de vie relèvent de ce type de contrat (respect des autres, rangement du matériel, répartition de tâches, etc.). C'est aussi le cas de l'organisation du travail : (fréquence des devoirs personnels, présentation des cahiers, etc.). La nature de ce contrat n'est pas liée à une discipline.

Il est la plupart du temps connu et maîtrisé par les enseignants, pas toujours par les élèves. Ceux-ci doivent s'adapter à des fonctionnements différents d'un enseignant à l'autre.

Contrat didactique

Le contrat didactique dépend étroitement des connaissances en jeu : il est le résultat de la négociation des rapports établis explicitement et/ou implicitement entre un élève ou un groupe d'élèves, un certain milieu et un système éducatif, aux fins de faire approprier aux élèves un savoir constitué ou en voie de constitution.

Non seulement, il apparaît nécessaire de maintenir implicites certains aspects du contrat, mais aussi de provoquer des ruptures. Dans une perspective constructiviste, le traitement du savoir en situation de classe, va plutôt reposer sur les ruptures prévues du contrat. Ces ruptures apparaissent nécessaires à l'apprentissage alors que dans une perspective behavioriste, le principal rôle dans la gestion des savoirs est toujours tenu par le maître.

(Voir l'article de Brousseau dans la revue *Recherches en Didactique des Mathématiques* Vol 9/3 pages 309-336, 1988)

" Le contrat didactique est en fait souvent intenable. Il met le professeur devant une vraie injonction paradoxale : tout ce qu'il fait pour faire produire, par les élèves les comportements qu'il attend, tend à priver ce dernier des conditions

nécessaires à la compréhension et à l'apprentissage de la notion visée : si le maître dit ce qu'il veut, il ne peut plus l'obtenir.
Mais l'élève est aussi devant une injonction paradoxale s'il accepte que selon le contrat, le maître lui enseigne les résultats, il ne les établit pas lui-même et donc, il n'apprend pas les mathématiques, il ne se les approprie pas. Apprendre pour lui signifie refuser le contrat mais aussi accepter la prise en charge. Donc l'apprentissage va reposer non sur le bon fonctionnement du contrat mais sur ses ruptures " Brousseau 1984

Variable cognitive

Une variable cognitive d'une situation a-didactique est un paramètre de cette situation qui, suivant les valeurs qui lui sont attribuées, modifie la connaissance nécessaire à la solution.
Certains paramètres sont des variables numériques, d'autres sont binaires (la condition est réalisée ou non).

Variables didactiques

Une variable didactique est une variable cognitive dont la valeur peut être fixée à volonté par l'enseignant. La modification de la valeur de ces variables permet d'engendrer, à partir d'une situation,

- soit un champ de problèmes correspondant à une même connaissance ; ainsi l'enseignant peut proposer à l'élève de se confronter à plusieurs reprises à la même connaissance, à travers une situation dont le milieu lui est pour l'essentiel connu, sans que les réponses lui soient connues : c'est la base des situations d'élaboration de nouvelles connaissances ;
- soit un éventail de problèmes correspondant à des connaissances différentes ; ainsi l'enseignant peut utiliser d'abord des valeurs correspondant à des connaissances acquises, ce qui permet à l'élève de comprendre le problème, puis modifier la variable pour lui faire affronter la construction d'une connaissance nouvelle.

Saut informationnel

On appelle saut informationnel un changement de valeur d'une variable didactique à l'intérieur d'une situation susceptible de provoquer un changement de stratégie.
Souvent, suite à un changement de variable didactique, l'élève préfère adapter une procédure familière et antérieurement efficace en une procédure lourde et peu fiable : il trouve cela moins pénible, moins coûteux que la remise en cause de la procédure habituelle.
Le saut informationnel détermine a priori le seuil de remise en cause de la procédure familière.

Institutionnalisation

L'institutionnalisation consiste à donner un statut culturel ou social aux productions des élèves : activités, langage, connaissances. (Brousseau, *Actes du col-*

loque COPIRELEM d'Angers 1987). L'institutionnalisation porte aussi bien sur une situation d'action, que sur une situation de formulation ou de preuve. Les maîtres doivent prendre acte de ce que les élèves ont fait, décrire ce qui s'est passé et qui a un rapport avec la connaissance visée, donner un statut aux événements de la classe comme résultat des élèves et comme résultat de l'enseignant, assumer un objet d'enseignement, l'identifier, rapprocher ces productions des connaissances des autres (culturelles ou du programme), indiquer qu'elles peuvent resservir. (Brousseau, Angers 87). Quand un élève a résolu un problème en élaborant une nouvelle connaissance, celle-ci ne lui sera utile que s'il est capable d'y faire appel dans une autre situation. Pour cela, il faut que l'enseignant aide les élèves à identifier le savoir en jeu, à distinguer entre les résultats à retenir et ceux à oublier etc.
Dans l'information traitée, l'enseignant choisit et expose, avec les conventions en usage, ce qui est nouveau à retenir. Il fait le "cours". Ainsi, l'enseignant a la charge de donner un statut aux concepts qui, jusque là, sont intervenus comme outils. Il constitue alors un savoir de classe auquel chacun pourra se référer. (R. Douady, M.J. Perrin, *Educational Studies in Mathematics* 20 1989).

Transposition didactique

La transposition didactique décrit les choix, les découpages, les transformations des savoirs pris à un moment donné comme références dans les différentes institutions.
La transposition didactique se manifeste par ses étapes : la production du savoir par la communauté des mathématiciens, les choix à effectuer sur les savoirs à enseigner, les choix sur les découpages de ces savoirs, les choix sur la recontextualisation de ces savoirs, les savoirs effectivement enseignés, les savoirs effectivement acquis par les élèves…

Échec

L'échec qualifie un résultat, le fait que le résultat attendu ne soit pas atteint, que l'état terminal du jeu (fin de la partie) ne soit pas un état gagnant.

Erreur

L'erreur ne qualifie pas le résultat, mais la démarche de prise de décision. Une décision peut être dite causée par une erreur lorsque celui qui a pris cette décision peut la remettre en question, en regard des conséquences qu'il sait pouvoir lui associer. L'erreur qualifie la connaissance qui a permis la décision lorsqu'elle est identifiable et identifiée.
Pour l'élève, l'interprétation de l'échec en termes d'erreurs nécessite :
- un constat de l'échec du résultat,
- l'attribution de l'échec à des choix qu'il a faits et dont il peut assumer la responsabilité (ce qui implique le rejet de causes comme le hasard, la fatalité, le rejet de la culpabilisation et du dénigrement de soi-même, etc.),
- la recherche d'identification des relations entre choix et résultats,
- une modification de ses choix de manière plus adéquate.

La transformation de l'échec en erreur est la condition d'un progrès, d'un apprentissage.

Obstacle

Un obstacle se manifeste par des erreurs non pas fugaces et erratiques, mais reproductibles et persistantes. Ces erreurs témoignent d'une connaissance (erronée) qui a réussi dans tout un domaine d'action (mais qui échoue dans d'autres) ; elles persistent souvent après l'apprentissage d'un savoir correct ; leur origine peut être ontogénétique, didactique ou épistémologique.
Parmi les obstacles que l'analyse permet d'identifier, la recherche distingue :

- **les obstacles ontogénétiques :** ce sont des connaissances " spontanées " apparaissant " naturellement " au cours du développement ; ils sont relatifs au développement neurophysiologique du sujet (cf. Piaget et al.).
  Par exemple, à un âge donné, un enfant ne peut admettre que la collection B, dont on a un peu modifié l'apparence en écartant les jetons, a bien le même nombre de jetons que la collection A, alors qu'il l'admettait, lorsque les deux collections étaient présentées à l'identique. Pour cette erreur, le spatial l'emporte sur le numérique.

- **les obstacles épistémologiques :** ils sont attestés dans la genèse historique d'un concept et constitutifs du savoir actuel. "On connaît contre une connaissance antérieure". Bachelard ayant mis en évidence ce concept, un certain nombre de travaux qui s'appuient sur l'histoire des sciences poursuivent la recherche entreprise par Bachelard et l'étendent à d'autres sciences que les sciences physiques. Les obstacles épistémologiques ont joué un rôle dans le développement historique des connaissances et dont le rejet a du être intégré explicitement dans le savoir transmis.

- **Les obstacles didactiques :** ils résultent d'une transposition didactique antérieure non susceptible de renégociation par le maître dans le cadre restreint de sa classe du moins. Le franchissement d'obstacles implique très souvent à la fois une restructuration des modèles d'action, du langage et des systèmes de preuves. Le didacticien peut en précipiter les ruptures en favorisant la multiplication et l'alternance des dialectiques des trois types.

Procédure et stratégie

D'après F. Boule (1998) "Performances et démarches de calcul mental au cycle III", Dijon, une procédure est un ensemble univoque et ordonné d'actions en vue d'un but déterminé. Dans le temps de son déroulement, la procédure met de côté la signification. C'est typiquement le cas d'une résolution algébrique d'une équation du second degré par exemple ; c'est aussi ce qui se produit lorsqu'on calcule par écrit : les règles prescrites n'autorisent aucun choix et conduisent à un résultat. Une procédure est machinale.

Un certain accord semble acquis en ce qui concerne les principales caractéristiques de la notion de stratégie :
- disponibilité d'un éventail de procédures,
- exercice d'une sélection en fonction de la tâche et du but poursuivi,
- guidage et évaluation du déroulement.

Une stratégie suppose un choix parmi plusieurs possibilités. L'existence du choix n'est pas toujours assurée. S'il n'existe pas, on ne saurait parler de stratégie faute d'alternative. Les raisons de ce choix, s'il existe, peuvent être diverses : direction plus familière, évocation plus facile, préjugé de commodité ou de rapidité, etc.
Il arrive que l'on désigne par "stratégie" le *résultat* du choix (il s'agit alors d'une procédure effective), ou bien le *choix,* ou encore la *possibilité* de choix.

Index des sigles

APMEP	Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public
CAFIPEMF	Certificat d'aptitude aux actions pédagogiques spécialisées d'adaptation et d'intégration scolaires
CDDP	Centre Départemental de Documentation Pédagogique
CNDP	Centre National de Documentation Pédagogique
CE1	Cours élémentaire 1ère année (élèves de 7 à 8 ans)
CE2	Cours élémentaire 2ème année (élèves de 8 à 9 ans)
CM1	Cours moyen 1ère année (élèves de 9 à 10 ans)
CM2	Cours moyen 2ème année (élèves de 10 à 11 ans)
COREM	Centre d'Observation et de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques de Talence près de Bordeaux (sigle local)
CP	Cours préparatoire (élèves de 6 à 7 ans)
CRPE	Concours de recrutement des Professeurs des Écoles
Cycle 2, **Cycle 3**	Le cycle 2 regroupe les classes de CP et CE1 Le cycle 3 regroupe les classes de CE2,CM1 et CM2.
ERMEL	Équipe de didactique des mathématiques de l'INRP
F.P.	Formation Professionelle
FP2	Formation professionnelle 2ème année
GS	Classe de grande section de maternelle (élèves de 5 à 6 ans)
I.N.R.P	Institut National de Recherches Pédagogiques
IEN	Inspecteur de l'Éducation Nationale (pour l'école primaire)
IFM	Institut de formation des maîtres (sigle local)
IMFAIEN	Instituteur Maître Formateur Auprès de l'Inspecteur de l'Éducation Nationale. Ce sont des conseillers pédagogiques
IMF	Instituteur Maître Formateur
IREM	Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques
IUFM	Institut Universitaire de Formation des Maîtres Crée en 1991, pour assurer la formation des professeurs d'école (primaire : élèves de 2 à 11 ans) et des professeurs de collège et lycée (secondaire : élèves de 11 à 18 ans).
MAFPEN	Mission Académique de la Formation des Personnels de l'Éducation Nationale
MS	Classe de moyenne section de maternelle (élèves de 4 à 5 ans)
Normaliens	Stagiaires en formation dans les Écoles Normales
P.E.	Professeur des écoles
PEMF	Professeur des écoles Maître Formateur
P.E.N	Professeur d'École Normale
PE1, PE2	Professeur des écoles 1ère ou 2ème année
PIUFM	Professeur en Institut Universitaire de Formation des Maîtres

PS	Classe de petite section de maternelle (élèves de 3 à 4 ans)
Q.C.M.	Questionnaire à Choix Multiple
ZEP	Zone d'Éducation Prioritaire

Index des sigles en AIS en 2002

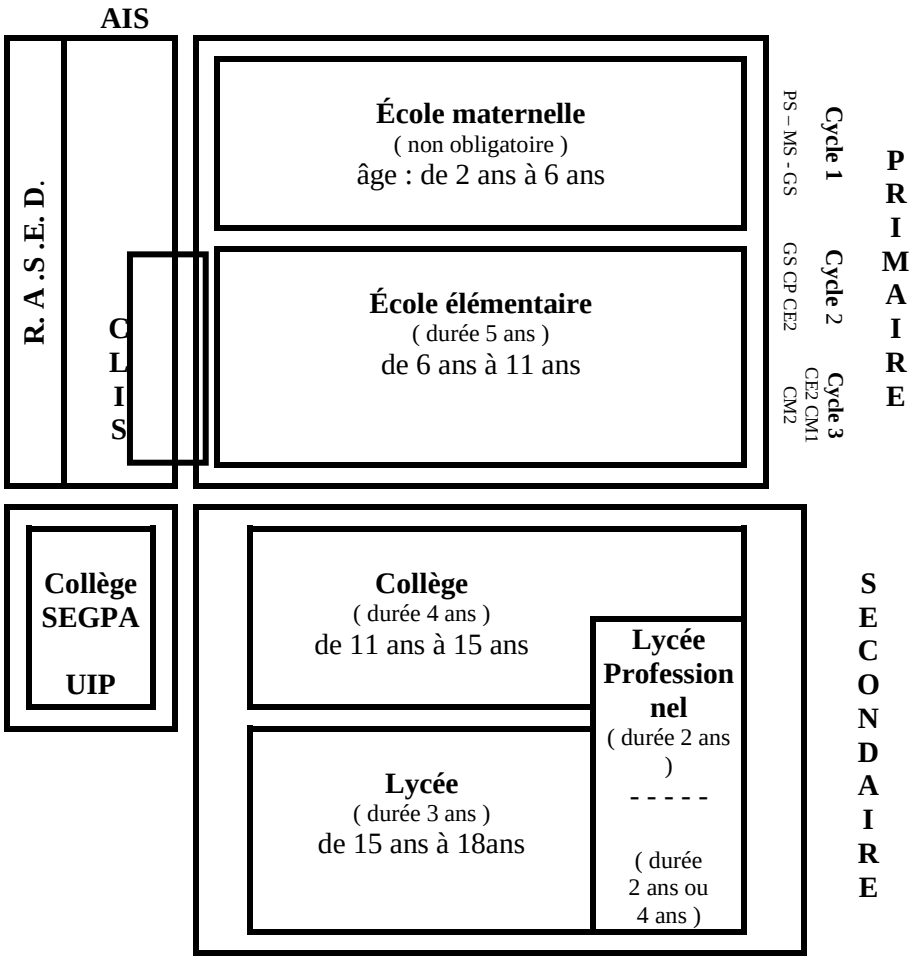
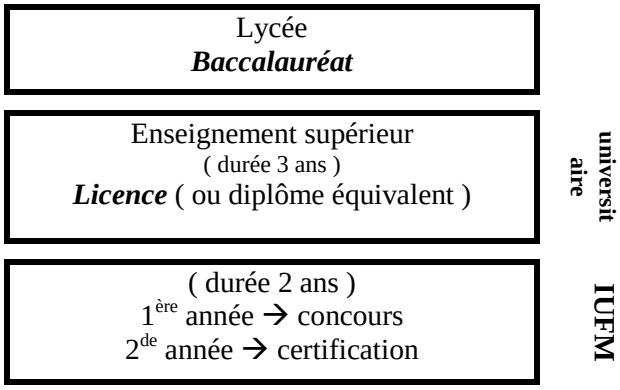
AIS	Adaptation et intégration scolaires
CAPSAIS	Certificat d'aptitude aux actions pédagogiques spécialisées d'adaptation et d'intégration scolaires, en 1987, se substitue au CAEI (Certificat d'Aptitude à l'éducation des enfants et adolescents déficients ou inadaptés)
CAT	Centre d'aide par le travail (pour adultes handicapés)
CCPE	Commission de circonscription préélémentaire et élémentaire
CCSD	Commission de circonscription du second degré
CDES	Commission départementale d'éducation spéciale
CLAD	Classe d'adaptation
CLIS 1	Classe d'intégration scolaire pour handicapés mentaux
CLIS 2	Classe d'intégration scolaire pour handicapés auditifs
CLIS 3	Classe d'intégration scolaire pour handicapés visuels
CLIS 4	Classe d'intégration scolaire pour handicapés moteurs
CMPP	Centre médico-psycho-pédagogique
COTOREP	Commission technique d'orientation et de reclassement professionnel
EREA	Établissement régional d'enseignement adapté
GAPP	Groupe d'aide psycho-pédagogique
IME	Institut Médico-Educatif antérieurement, il s'agissait d'un établissement comportant un IMP + un IMPro. Dorénavant, tout établissement avec **SSEGS** (Section de soins et d'éducation générale spécialisés) ou **SSEPS** (Section de soins et d'éducation professionnelle spécialisés) est appelé IME
IMP	Institut médico-pédagogique (de 6 à 14 ans) ; ils sont devenus des IME (Instituts médico-éducatifs) avec **SSEGS** (Section de soins et d'éducation générale spécialisés)
IMPRO	Institut médico-professionnel (de 14 à 20 ans) : ils sont devenus des IME (Instituts médico-éducatifs) avec **SSEPS**
IR ou IRP	Institut de rééducation (pour troubles du comportement)
LEA	Lycée d'enseignement adapté
LP	Lycée professionnel
RASED	Réseaux d'aides spécialisées aux élèves en difficulté (écoles maternelle et élémentaire)
SEGPA	Section d'enseignement général et professionnel adapté (collèges) . La SEGPA se substitue à la SES (Section d'Éducation Spécialisée)
SESSAD	Service d'éducation et de soins spécialisés à domicile (pour handicapés mentaux ou troubles du comportement)
UPI	Unité pédagogique d'intégration (collèges et lycées)

Voici la liste des auteurs avec leur laboratoire de recherche et leur lieu d'exercice en Janvier 2003.

ANDRÉ Françoise	École Blaise Pascal Perpignan	IUFM de Montpellier *Perpignan*
AURAND Catherine		IUFM de Versailles *St Germain en Laye*
BARATAUD Dominique		CNEFEI de Suresnes
BEAUFORT Dominique		IUFM d'Orléans-Tours *Chartres*
BETTINELLI Bernard	IREM de Besançon	IUFM Franche-Comté *Besançon*
BOLON Jeanne	Équipe DIDIREM, Université Paris 7	IUFM de Versailles *Antony*
BONNET Nicole	IREM de Dijon, COPIRELEM	IUFM de Dijon
BOULE François	IREM de Dijon	CNEFEI de Suresnes
BRIAND Joël	DAEST Université V. Segalen Bordeaux 2, COPIRELEM	IUFM d'Aquitaine *Bordeaux*
BRONNER Alain	LIRDEF	IUFM Montpellier *Montpellier*
BROUSSEAU Guy	DAEST Université V. Segalen Bordeaux 2	Professeur émérite des Universités IUFM d'Aquitaine
BUTLEN Denis	Équipe DIDIREM, Université Paris 7, IREM paris 7	IUFM de Créteil *Melun*
CHEVALIER M.Claude	Professeur au lycée de Cahors	IUFM de Toulouse jusqu'en 1994
COLMEZ François	IREM paris 7	Université Paris 7
COULET Jean Claude	Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Education	Maître de conférences, Université de Rennes 2
DESCAVES Alain	IREM de Bordeaux COPIRELEM	IUFM d'Aquitaine *Périgueux*
DOUADY Régine	Université Paris 7 Professeur honoraire	
DUCORAIL J.Claude		IEN de Gironde
EYSSERIC Pierre	IREM d'Aix –Marseille COPIRELEM	IUFM d'Aix Marseille *Aix*
FENICHEL Muriel		IUFM de Créteil *Livry Gargan*
FREMIN Marianne		IUFM Versailles *Antony*
GIRMENS Yves	IREM de Montpellier COPIRELEM	IUFM de Montpellier Perpignan
HERVIEU Claudine		IUFM de Caen

HOUDEMENT Catherine	Équipe DIDIREM, Université Paris7 COPIRELEM, IREM de Hte Normandie	IUFM Haute Normandie *Rouen*
HUGUET François	Professeur Honoraire, IREM de Quimper	IUFM de Quimper *Quimper*
KUZNIAK Alain	Équipe DIDIREM, Université Paris7 IREM de Strasbourg	IUFM de Strasbourg *Strasbourg*
LE POCHE Gaby	IREM de Bretagne COPIRELEM	IUFM de Bretagne *Rennes*
LEBERRE Maryvonne	IREM de Lyon	Professeur en collège Charcot à Lyon
OYALLON Jean Louis	Professeur en lycée à Nouméa	IUFM d'Aquitaine jusqu'en 1996
OZAN Gérard		IUFM Versailles *Antony*
PARZYSZ Bernard	GReDiM (IUFM Orléans-Tours) Équipe DIDIREM, Université Paris7	IUFM Orléans Tours
PAUVERT Marcelle		IUFM de Créteil Professeur honoraire
PEAULT Hervé	Décédé en 1997	IUFM des Pays de la Loire
PELTIER Marie Lise	Équipe DIDIREM, Université Paris7 COPIRELEM, IREM de Hte Normandie	IUFM Haute Normandie *Rouen*
PERRIN -GLORIAN Marie-Jeanne	Équipe DIDIREM, Université Paris 7	IUFM Nord-Pas-de-Calais
PEZE Christiane	Formatrice AIS	IUFM d'Aquitaine
RIMBAUD Claude	IREM de Rennes Professeur honoraire	IUFM de Bretagne *St Brieux*
ROYE Louis	IREM de Lille	IUFM de Lille Professeur honoraire
SALIN Marie Hélène	DAEST université V.Segalen, Bordeaux2	IUFM de Bordeaux *Bordeaux*
TAVEAU Catherine	IREM Paris 7, COPIRELEM	IUFM de Créteil *Bonneuil*
VERGNES Danielle		IUFM de Versailles *Antony*

Présentation succincte du système éducatif français



Cursus pour devenir professeur des écoles