

COPIRELEM

Commission Permanente des IREM
pour l'Enseignement Élémentaire



LES CAHIERS DU FORMATEUR

Tome 2

Documents pour la formation du professeur d'école
en didactique des mathématiques.

Séminaire de Tarbes du 17 au 19 novembre 1998.

ARPEME

Association pour l'élaboration et la diffusion
des Ressources Pédagogiques
sur l'Enseignement des Mathématiques à l'École.

IREM de Paris VII

SOMMAIRE

- Liste des participants

- Introduction

- **Description de pratiques de formation de formateurs de PE1** p.1
Stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques
C.HOUDEMENT

- **Préparation au concours**

- Géométrie à plusieurs voix en PE1 p.16

Présentation des contributions et résumé des échanges de l'atelier

Géométrie dans l'espace en PE1 J.C.AUBERTIN

Un exemple de progression en PE1 pour travailler

« la question de la géométrie » M.H.SALIN

Premier exemple de cours en PE1 P.MASSELOT

Second exemple de cours en PE1 M.L. PELTIER

- Pratiques de formation en PE1 à propos de la division H. DELEGUE, p.44
M.C. JOLLIVET

- **Formation des Professeurs d'Ecole stagiaires (PE2)**

- Articulation de la formation PE1/PE2 à propos de à propos de
l'enseignement des grandeurs et de leur mesure H.DELEGUE p.64

- Un exemple de dispositif de formation en PE2 J.L. MILLET p.77

- Un exemple de gestion de module de formation
en P.E 2 P. DELHAYE p.86

- Plan d'une formation courte en PE2
sur mathématiques en maternelle. C.TAVEAU p.89

- Conduite d'un entretien avec un professeur stagiaire PE2
lors d'une visite dans le cadre d'un stage en responsabilité D.BUTLEN, p.94
G.LE POCHE

- **Formation Continue**

- Les ateliers de recherches en mathématiques (expérimentation dans les
Classes et formation des professeurs d'écoles) P.EYSSERIC p.131

Participants

Aubertin	Jean-Claude
Barth	Christian
Bouvatier	Chantal
Briand	Joël
Butlen	Denis
Carral	Michel
Cassan	Sophie
Chabault	
Chaussecourte	Philippe
Delègue	Patrice
Delhayé	Pierre
Evrard	Sabine
Eysseric	Pierre
ferrier	Michèle
Girmens	Yves
Grimaud	Martine
Hili	Hélène
Houdement	Catherine
Jollivet	Marie Claire
Le Poche	Gabriel
Lejeune	Michèle
Lemene	Virginie
Lenoste	Marie Hélène
Masselot	Pascale
Maurin	Claude
Millet	Jean-luc
Morizot-Delbreil	Brigitte
Peltier	Marie Lise
Rodriguez	Ruben
Roussel	Brigitte
Salin	Marie-Hélène
Sayac	Nathalie
Taveau	Catherine
Tiennot	Luc
Verdier	
Willhelm	Christian

Académie /IUFM

Besançon
Grenoble
Versailles
Bordeaux
Créteil
Toulouse
Livry-Gargan
Versailles
Créteil
Lille
Amiens
Amiens
Aix
Toulon
Montpellier
Limoges
Rouen
Rouen
Poitiers
Rennes
Créteil
Amiens
Versailles
Melun
Avignon
Limoges
Rouen
Rouen
Caen
Le Bourget
Bordeaux
Montreuil
Créteil
Corse
Versailles
Rennes

INTRODUCTION

Le premier séminaire de formation des nouveaux formateurs en IUFM en décembre 1997 à Perpignan a rencontré un vif succès : 30 nouveaux formateurs y ont participé. Le soutien financier des IUFM a contribué au bon déroulement de cette manifestation.

La COPIRELEM a donc décidé de poursuivre cette action et de transformer ce séminaire en un rendez vous annuel de nouveaux formateurs de mathématiques en IUFM.

Rappelons que la COPIRELEM, Commission Permanente des IREM pour l'Enseignement Élémentaire, s'intéresse à la fois aux recherches sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire (enfants de 2 à 12 ans) et à la formation des professeurs d'école. Elle participe à la diffusion des recherches en didactique des mathématiques, en France et à l'étranger, auprès des formateurs de professeurs, en organisant depuis 1975, un colloque annuel et depuis 1991 un séminaire annuel de formation.

Ce document est le deuxième fascicule de la série intitulée « Les Cahiers du Formateur ». Il est issu des travaux présentés lors du deuxième séminaire de formation des nouveaux formateurs, qui a été accueilli à Tarbes par l'IUFM de Toulouse, les 18 et 19 novembre 1998.

La COPIRELEM remercie vivement l'IUFM de Toulouse et l'équipe pédagogique et administrative de Tarbes, et tout particulièrement notre collègue, J.L.IMBERT, d'avoir accueilli ce deuxième séminaire de formation. Elle remercie également l'IREM de Paris VII pour sa prise en charge de la publication de ce document et notamment Martine et Nadine pour la mise en page et l'édition.

Les animateurs de la COPIRELEM.

Stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques

Catherine HOUDEMMENT

Ce texte vise à transmettre une première information¹ sur une typologie de stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques. La typologie retenue résulte des travaux de thèse d'Alain KUZNIAK et de Catherine HOUDEMMENT (en 1994 et 1995).

I. L'état des lieux, la genèse de la recherche en 1990

Lors du départ de la recherche, il existait encore peu de travaux écrits sur la formation des maîtres :

- quelques travaux étaient plutôt ciblés sur un thème mathématique précis (par exemple la thèse de M. PEZARD² en 1985 sur l'enseignement de la proportionnalité aux élèves normaliens)
- la COPIRELEM³, qui se donnait déjà comme objectif de transmettre la culture de formation accumulée dans les écoles normales, avait publié des écrits de formation.

L'idée directrice de notre recherche était de s'appuyer sur les pratiques effectives des formateurs, qui semblaient se caractériser par certaines régularités (une des hypothèses de la recherche), pour dresser les premiers éléments d'un cadre théorique d'analyse des pratiques de formation à l'intérieur d'une institution. A l'époque notre étude se fondait sur des pratiques d'école normale, puisque les IUFM (1991) naissaient à peine. Les étudiants entraient à l'école normale après avoir passé un concours d'entrée, ils avaient alors droit à deux années de formation, composées de cours dans l'institut et de stages sur le terrain. La formation dispensée les premières années dans les I.U.F.M., où le nombre de candidats évoluait peu, reprit ce modèle, adapté à l'exigence de concours en fin de première année.

Nos travaux visent à proposer aux formateurs une aide à l'explicitation des décisions prises lors du choix des stratégies de formation et à développer le spectre des stratégies possibles pour un thème mathématique fixé, en bref de développer un regard réflexif sur des pratiques effectives de formation mathématique des maîtres.

II. La spécificité de la formation des professeurs d'école et le manque de réponse institutionnelle (pas de programme...)

Voyons quelques caractéristiques de la formation des maîtres. Des spécialistes de mathématiques ont à former des professeurs d'école polyvalents sur les thèmes mathématiques à enseigner à l'école. Ils doivent donc dispenser des compléments mathématiques et des éléments de préparation aux aspects professionnels du métier.

¹ Pour plus d'informations et une bibliographie conséquente, consulter les articles référencés en annexe 2.

² *Une expérience d'enseignement de la proportionnalité aux élèves instituteurs*, Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Paris 7.

³ Rappelons que la COPIRELEM est une vieille dame : née en 1975, elle a progressivement élargi ses champs d'intérêt de l'étude de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire vers celle de la formation des maîtres du premier degré ; elle a vécu le passage des écoles normales aux IUFM (1991).

Plusieurs questions se posent immédiatement :

- comment définir les savoirs (au sens naïf) nécessaires pour exercer le métier de professeur d'école ?

- quelles parties de ces savoirs sont enseignables ? sont enseignables et du ressort de l'I.U.F.M. ?

- quelles parties de ces savoirs sont du ressort du formateur en mathématiques ? ne sont que de son ressort ?

Des tentatives de définition des savoirs liés aux mathématiques ont eu lieu en 1979 lors du colloque COPIRELEM 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 (cf. annexe 1) 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.

Devant l'absence de réponses institutionnelles sur les savoirs de formation, 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.

III. Trois exemples de formation liés au thème : division euclidienne dans N

Nous avons choisi trois propositions de formateurs de professeurs d'école sur le même thème, celui de la division euclidienne dans N .

A. Proposition 1 :

A.KUZNIAK dans sa thèse page 104, cite la progression suivante, sur sept séances de trois heures⁴.

1 - Présentation générale de la division, par le formateur.

2 - A l'Ecole Normale, présentation et préparation de la séance à effectuer dans la classe.

3 - Dans la classe de CMI [d'un conseiller pédagogique], les normaliens assistent à une séance menée par le maître (et ensuite par deux fois par l'un de leurs pairs).

Un rapide bilan à chaud est effectué et quelques pistes sont données pour la séance suivante.

4 - Retour au point 2 (et ceci quatre fois)

5 - A la fin de ce cycle, présentation d'une programmation générale de la division et évaluation des étudiants.

Voilà un exemple de démarche de formation qui demande une collaboration fine entre un maître d'application et le formateur. Elle présente l'avantage de montrer une classe et un déroulement en vraie grandeur, et met les étudiants immédiatement sur leur terrain d'exercice, au contact des élèves et du maître.

Elle semble cependant peu propice à une décontextualisation, un transfert sur d'autres thèmes, et ce d'autant moins que les étudiants sont prisonniers du thème traité.

⁴ Cette proposition était possible dans la mesure où la coopération entre le professeur formateur et les maîtres formateurs du terrain étaient facilités et encouragés par l'institution Ecole Normale.

B. Proposition 2 :

H. PEAULT⁵ dans les pages 86 à 93 des *Actes du colloque inter-I.R.E.M. des P.E.N, Rouen 1988* propose la progression suivante, sur une dizaine de séances d'une heure trente.

- 1 - Mise en situation des normaliens grâce à un jeu stratégique de cartes ("Concertum") visant à *redécouvrir* la division dans une situation inhabituelle et de faire une analyse didactique riche (notions d'action, de formulation, de validation)
- 2 - Mise en situation sur un logiciel (DIVLOGO) pour que les étudiants inventent des stratégies diverses de résolution d'un problème de division et envisagent l'introduction d'un logiciel dans une progression.
- 3 - Mise en situation sur une situation de division (problème du Petit Poucet) dont il existe des protocoles de classes ; analyse des procédures des étudiants et des procédures des élèves.
- 4 - Exposé mathématique sur la division.
- 5 - Exercices mathématiques sur la division.

Cette seconde proposition s'appuie sur la résolution de problèmes mathématiques par les étudiants dans l'I.U.F.M., suivie d'une analyse de leurs propres procédures et du déroulement de la séance, analyse guidée par le formateur.

Ce type de stratégie permet au formateur, par extrapolation, de faire comprendre ce qu'est une recherche (elle est vécue par les stagiaires) et de donner un exemple de conduite de grand groupe sur une situation qu'il juge exemplaire. Elle fait l'économie d'une visite effective de classe avec les étudiants, puisque *in vitro*, elle reconstitue une image de sujets cognitifs en situation de recherche, les étudiants eux-mêmes.

Les étudiants sont mis au contact d'une démarche qu'ils auront eux-mêmes à mettre en place dans leurs classes. Ils sont confrontés en acteurs aux différences de cheminements des uns et des autres, à la difficulté d'entrer dans le raisonnement de l'autre,... bref ils peuvent prendre des indices (éventuellement pointés par le formateur) sur des déroulements de recherche. D'autre part, ils assistent en observateurs (éclairés si le formateur l'a prévu) à la direction du grand groupe par le formateur. Ils peuvent profiter d'une succession de regards sur la situation vécue et simultanément compléter leurs connaissances mathématiques ou du moins repérer leurs manques.

Le formateur compte sur un changement de point de vue de leur part en cours de séance : de simples élèves qu'ils étaient lors de la résolution du problème, ils doivent « basculer » du côté maître pour analyser les pratiques de conduite d'un groupe qu'emploie le formateur.

C. Proposition 3 :

D. BUTLEN propose, dans les *Documents pour la formation des Professeurs d'Ecole en Didactique des Mathématiques, C.O.P.I.R.E.L.E.M., Cahors 1991*, l'analyse d'un protocole (ERMEL *Apprentissages Mathématiques CM* tome 1, Editions Hatier 1985, pages 66 à 70) d'une séance de classe de une heure trente dans un CM1,

⁵ H.PEAULT est décédé en 1997 des suites d'une longue maladie : notre collègue a fortement marqué la communauté des formateurs du premier degré par sa personnalité et ses compétences. Nous ne cesserons de lui rendre hommage.

Première séance sur la division euclidienne dans N , au début du second trimestre, à partir du texte de problème suivant

Un éditeur doit expédier 8 295 livres.
Le conditionnement se fait par cartons de 25.
Combien l'éditeur peut-il expédier de paquets ?

Les étudiants cherchent en groupe à répondre à une liste de questions, la synthèse des réponses sera faite avec le formateur.

Le questionnaire demande explicitement de s'interroger sur :

- 1) le choix de la situation (quelle démarche d'apprentissage des mathématiques, quels objectifs de la séquence, quelles variables de la situation ?) ;
- 2) l'organisation de la séquence :
 - dévolution du problème, étude de la consigne (que penser de la manière dont la maîtresse donne la consigne ? Pourquoi intervient-elle ainsi, cela a-t-il une influence sur la suite de l'activité ?) ;
 - organisation choisie par la maîtresse (est-elle pertinente ?) ;
 - les différentes phases de la séquence (pour chaque phase, quelles sont les interventions de la maîtresse ? Quelle est sa stratégie ?) ;
- 3) le comportement des élèves :
 - analyse des différentes productions des élèves ;
 - autres productions qu'on aurait pu obtenir (par exemple dans d'autres classes) ;
- 4) la négociation et l'évolution du contrat didactique :
(au cours des différentes phases de la séquence, quel problème pour les élèves, quel problème pour la maîtresse ?) ;
- 5) l'institutionnalisation : analyse de la dernière partie de la séquence ; du choix de la maîtresse.

Cette proposition s'appuie sur une réflexion didactique des étudiants guidée par des questions. D.Butlen cherche par ses questions, d'une part à dégager la structure de la séance et la démarche d'apprentissage qui est sous-jacente, d'autre part à pointer les insuffisances de la conduite de classe, donc à préparer les étudiants à une adaptation de cette introduction à leur classe future. On peut donc dire qu'il cherche à contrôler (ou à donner des outils de contrôle pour) le transfert que peuvent faire les étudiants d'une telle séance modèle.

IV. Analyse des différences entre ces trois propositions

Analysons brièvement ces trois démarches. Nous pouvons pointer trois différences.

● L'une concerne l'utilisation du **terrain** des classes élémentaires : seule la première proposition utilise le terrain « en vraie grandeur » ; les autres l'évoquent seulement.

● La seconde concerne la place de l'étudiant dans le dispositif de formation, plus exactement le **point de vue privilégié** par le formateur pour l'étudiant dans chaque proposition.

Cette notion de point de vue a été relevée par A.ROBERT : la formation amène l'étudiant à changer de points de vue en cours de formation, puisqu'elle le fait basculer de la position d'élève qu'il a toujours eue, soumis aux consignes du professeur, vers celle de maître qui décide des consignes et des solutions. Or, pendant la formation elle-même, il peut hésiter entre ces deux points de vue selon les circonstances : soit il se sent élève, livré aux consignes du formateur, soit il se sent maître, par anticipation sur son futur métier quand il adopte un regard de pair sur la tâche.

La proposition 1 le laisse choisir son point de vue : il peut rester élève et chercher à résoudre le problème de l'élève ou il peut prendre un certain recul et observer le maître comme pair. De toute façon, a priori, dans cette situation, le formateur ne peut pas contrôler le point de vue que prend l'étudiant.

La proposition 2 fait explicitement intervenir un changement de point de vue, avec un certain contrôle de la part du formateur : l'étudiant est d'abord en position élève, puisqu'il est amené à faire des mathématiques, puis il est amené à prendre du recul et à penser comme maître.

La proposition 3 amène l'étudiant à se positionner comme maître, puisqu'il est convié à analyser la pratique d'un maître.

● La troisième différence marquante concerne la **place de la didactique** : implicite dans les propositions 1 et 2, elle est fortement explicitée dans la proposition 3 (les mots didactiques déjà sont dans des questions, ils sont supposés déjà avoir un sens AVANT la réflexion des étudiants).

L'existence de ces différences nous conforte donc dans l'existence effective de différents types de pratiques, différenciables selon des critères explicables. Un de nos premiers travaux est de définir plus finement ces différents types de pratiques, que nous appellerons les stratégies de formation.

V. La définition des diverses stratégies

Nous avons été amenés à distinguer quatre stratégies professionnelles⁶, définies ci-dessous. L'expression professionnelle conjugue l'acquisition de savoirs mathématiques et de savoirs liés à l'enseignement des mathématiques. Rappelons que la tâche du formateur est d'une part de mettre à niveau les étudiants sur des mathématiques (tâche non négligeable lors des écoles normales, qui s'allège étant donné les choix de recrutement de certains I.U.F.M.), d'autre part de les préparer à enseigner les mathématiques de l'école.

A. Les quatre stratégies professionnelles

Stratégies culturelles : le formateur diffuse une information ; il veut accroître le savoir mathématique (ou éventuellement didactique) de l'étudiant, sans se préoccuper de la mise en œuvre ultérieure par l'étudiant dans les classes.

Stratégies de monstration : le formateur transmet une pratique d'enseignement, en montrant sa mise en œuvre effective dans les classes.

Stratégies d'homologie : le formateur transmet sa propre conception de l'enseignement des mathématiques, en la mettant en œuvre dans son enseignement. Il attend que ses étudiants utilisent à l'école élémentaire les séances qu'ils ont vécues comme élèves.

Stratégies de transposition : le formateur transmet un savoir de référence sur l'enseignement et tente de maîtriser le phénomène d'adaptation opéré par les étudiants.

Ces types de stratégies ne sont pas disjoints et ce, dans deux sens :

- certaines pratiques peuvent relever de plusieurs types, on essaie alors de caractériser la stratégie dominante ;

⁶ Le qualificatif professionnel indique la nécessité de former aussi au métier, et exclut une simple formation mathématique du stagiaire.

- un formateur n'utilise pas nécessairement le même type de stratégie tout au long de son projet de formation ; on peut raisonnablement penser qu'il adapte sa stratégie au public et aux objectifs de formation qu'il a pour ce public.

B. Un certain regard sur les stratégies culturelles

Les stratégies culturelles tiennent compte du caractère professionnel pointé plus haut, dans la mesure où des connaissances pédagogiques peuvent être transmises de cette façon, sans qu'on puisse les ranger sous l'étiquette de transposition. Communiquer ces connaissances pédagogiques indiquent une professionnalité dans la mesure où il est nécessaire de définir ce savoir professionnel. Par exemple, il n'est pas rare que des séances entières de formation soient consacrées à des conseils pour la classe : les séances qui précèdent les stages des étudiants de l'IUFM de Rouen dans les classes sont souvent consacrées à des apports d'informations par des maîtres sur les gestions de classes (groupe classe, matériaux de classe, relations aux collègues, parents, etc.), du type "comment organiser une leçon de mathématiques dans une classe à plusieurs niveaux", etc. Ainsi nous relevons parmi les stratégies professionnelles des stratégies **culturelles du côté des habitudes pédagogiques** (disons une culture pratique).

C. Les autres stratégies

Dans la **monstration**, le formateur suppose implicitement que les connaissances liées à l'enseignement peuvent se montrer : l'étudiant observe, et de cette observation (dans une vraie classe, sur une bande vidéo) il tire "de la connaissance professionnelle" (guidé éventuellement par le formateur).

Dans l'**homologie**, le formateur fait extraire ces connaissances professionnelles par l'étudiant en le mettant dans la situation d'un élève recevant un savoir du formateur. Le formateur met en scène avec ses étudiants comme élèves la méthodologie de l'enseignement qu'il conseille à ses étudiants pour leurs élèves. On distingue même des **homologies directes** et des **homologies indirectes** : dans une homologie directe, le type de problème choisi est presque un problème d'école ; dans une homologie indirecte, le formateur crée une question destinée à faire progresser le stagiaire sur du savoir mathématique en amont de ceux d'école, mais nécessaire pour une compréhension fine du processus d'enseignement (un exemple classique porte sur l'étude de numérations écrites étrangères). Cette distinction nous permet de préciser une spécificité des stratégies d'homologie par rapport aux deux précédentes : c'est la seule stratégie qui peut se permettre de transmettre simultanément du savoir mathématique directement et des connaissances liées à l'enseignement indirectement. Ce savoir mathématique sera soit du savoir visé à l'école (homologie directe), soit du savoir spécifique aux étudiants (homologie indirecte).

Il nous semble même, avec Aline Robert⁷, que la famille des stratégies d'homologie peut être encore enrichie : en effet des stratégies d'homologie peuvent être construites pour transmettre du savoir mathématique aux étudiants, mais elles peuvent aussi uniquement servir à communiquer l'intérêt d'une organisation de classe particulière. Un exemple de telle séance serait une étude par les étudiants de productions de solutions d'élèves sur un problème, les étudiants travaillant en groupe, soumis à un questionnement déterminé par le formateur, devant organiser leurs réponses de groupe sur une affiche, de façon à permettre une confrontation, un débat d'abord d'opinions : si le formateur peut lors de la synthèse greffer les

⁷ A. ROBERT, Essai de synthèse depuis 1992 sur les modules communs en mathématiques à l'I.U.F.M. de Versailles, mai 1994.

outils didactiques qui lui permettent de moduler ces opinions en connaissances (erreurs typiques, obstacles épistémologiques ou didactiques, etc.), cette séance bénéficiera alors d'une institutionnalisation didactique (et se rapprochera d'une séance de transposition). Mais le formateur peut aussi limiter la portée de cette séance au constat de la nécessité de la discussion, du temps de l'émergence des opinions, de la richesse du travail d'équipe. Cette séance peut illustrer l'organisation d'une classe en communauté scientifique qui débat ; l'objectif du formateur est alors que les étudiants constatent l'intérêt d'une telle organisation pour l'enrichissement de la réflexion. C'est donc une sorte d'**homologie-action**, où seule la méthodologie d'organisation de la séance est à retenir.

Dans la **transposition**, les connaissances en relation avec l'acte d'enseigner constituent un corpus de référence pour le formateur, dans lequel il choisit celles qui doivent être communiquées aux étudiants. Ces connaissances peuvent être de type didactique ou pédagogique.

D'autre part certaines séances qui relèvent d'homologie indirecte parce que le savoir visé explicitement par le formateur est un savoir didactique, le savoir mathématique étant secondaire (cf. par exemple la notion de savoir-outil et de variable didactique dans la Boîte du Pâtissier⁸) relèvent aussi de la transposition, puisque le formateur fait appel à un savoir didactique de référence. Ainsi transposition et homologie ne sont pas toujours si distinctes. Il nous semble même qu'elles ne procèdent pas exactement de la même analyse : la transposition vise à la communication de connaissances explicites liées à l'enseignement indépendamment du mode de communication alors que l'homologie s'attache à un moyen de communication indépendamment du savoir à communiquer. Finalement la distinction viendrait plus d'un changement de point de vue du formateur (ou des étudiants), plus que d'une réelle différenciation de stratégies.

VI. Quelques résultats liant thèmes mathématiques et stratégies (datés d'avant 1994)

Ces stratégies ayant été définies, nous avons essayé de regarder à quelles occasions elles étaient utilisées.

Pour cela nous avons regroupé les savoirs de formation autour des rubriques suivantes, chaque rubrique comportant des savoirs mathématiques et des savoirs professionnels.

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

Rappelons que la citation en extension de ces savoirs n'est ni facile, ni immédiate, ni définitive, même celle des savoirs mathématiques. Prenons par exemple la rubrique A : elle comporte des connaissances sur nos numérations usuelles (orale et écrite), donc aussi sur les numérations en général. Ces savoirs épistémologiques ne font pas partie des programmes de mathématiques classiques des classes de collège ou de lycée ; mais la rubrique A comporte

⁸ HOUEMENT C., PELTIER M.L. (1991) La Boîte du Pâtissier, *Documents pour la formation des Professeurs d'Ecole en Didactique des Mathématiques*, tome 1, pp131-134, COPIRELEM Cahors, IREM de Paris 7.

aussi des savoirs liés à l'énumération, savoir mathématique récemment pointé par des travaux de recherche⁹.

Grâce à l'analyse de divers questionnaires soit en direction des étudiants, soit en direction des formateurs et à l'étude de textes de formation (essentiellement des publications de la COPIRELEM, complétées par quelques ouvrages distribués par des éditeurs parus avant 1993), nous avons relevé des liens suivants entre les thèmes et les stratégies.

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

Les thèmes plutôt méconnus des étudiants (géométrie, mesure, fonctions numériques, division, non entiers) sont traités avec des stratégies d'homologie ; les thèmes mieux connus (les « quatre opérations », les entiers) sont plutôt traités avec des stratégies de transposition et monstration.

Il semblerait aussi que les thèmes les moins bien connus des étudiants soient réservés à la première année de formation.

Si on fait l'hypothèse que ces habitudes représentent un équilibre de formation en deux ans d'un public alors relativement homogène quant à ses déficits mathématiques, elles peuvent donner des indices au nouveau formateur sur une progression de formation, centrée sur les thèmes mathématiques.

VII. Conclusion

Les stratégies que nous avons étudiées sont des stratégies effectivement utilisées, elles fournissent donc sans doute des réponses, au moins partielles, aux questions de formation. Sur un temps suffisamment long, il serait naturel de rechercher une stratégie d'ensemble. Cette stratégie d'ensemble pourrait mettre en réseau les différents leviers de connaissances (nécessaires à l'étudiant, futur enseignant) :

- la connaissance du contexte et du milieu dans lesquels va opérer l'étudiant, c'est-à-dire le terrain de l'école : cette connaissance permet à l'étudiant de mieux comprendre les références à la pratique données dans le cadre de la formation ; c'est ce levier que privilégient les stratégies de **monstration** ;
- un travail spécifique sur les conceptions d'enseignement des étudiants : c'est la dominante des stratégies d'**homologie** ;
- les références à un cadre théorique de type didactique, pointées dans les stratégies de **transposition**.

N'oublions pas qu'une des tâches prioritaires actuelles de l'I.U.F.M. est de préparer en une année des étudiants sans expérience professionnelle à un concours dont une partie des épreuves présente un caractère professionnel (sans qu'il y ait encore un accord explicite sur ce que seraient les caractéristiques d'une évaluation écrite professionnelle et sectorisée par discipline).

⁹ BRIAND J. (1994), *L'énumération*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.

A terme, nos travaux présentent donc aussi une base pour **construire des études curriculaires et pour bâtir des projets de formation des maîtres** soit à l'intérieur du système, soit en envisageant des modifications du système.

Annexe 1

Proposition de texte, définissant les principes et les contenus
de la formation initiale en mathématiques des futurs professeurs d'école,
réalisée par la COPIRELEM¹⁰, en mars 1994.

PRINCIPES, OBJECTIFS ET METHODES.

L'enseignement des mathématiques s'adresse à des étudiants ayant suivi des cursus universitaires variés, donc de niveaux scientifiques divers. Il s'intègre à une formation pluridisciplinaire nécessitée par la polyvalence du métier de professeur d'école.

Cet enseignement est donc résolument orienté vers la préparation professionnelle, ce qui implique à la fois un approfondissement de certaines des connaissances mathématiques que les professeurs d'école auront à enseigner et un corps de connaissances particulières, de nature plus didactique et épistémologique.

Les contenus s'appuient sur l'étude des concepts mathématiques permettant une bonne compréhension des notions à enseigner dans le premier degré, en rapport avec les situations d'apprentissage. Dans le cas où certains étudiants rencontreraient des difficultés dans la maîtrise de ces savoirs, il convient de leur proposer un module complémentaire dit "de soutien" : celui-ci est centré sur les connaissances directement nécessaires au cours, et non sur le rattrapage d'un hypothétique niveau mathématique général minimum.

Ces concepts sont vus à travers des études de phénomènes d'enseignement, des approfondissements mathématiques, des analyses historiques et épistémologiques, éclairés par des outils de la didactique.

L'enseignement se structure autour d'activités telles que :

- résolution de problèmes ;
- observations de classes et d'élèves, en situation de travail mathématique ;
- exercices de préparation, de conduite et d'analyse de séances, en liaison avec des maîtres formateurs ;
- analyses de supports pédagogiques (manuels, fichiers, logiciels, didacticiels, jeux éducatifs, matériels, moyens audiovisuels, instruments d'évaluation,...),
- études de textes extraits de revues pédagogiques et de comptes rendus de recherches,
- analyses d'exercices et de réponses d'élèves,
- et bien sûr nombreux exercices mathématiques.

CONTENUS DE FORMATION

- La construction du nombre et des opérations arithmétiques

Notions mathématiques, historiques, épistémologiques nécessaires à cet enseignement sur :

- nombre entier et numération ;
- structures additives ;
- structures multiplicatives.

Analyse et construction de situations d'apprentissage.

Elaboration de procédures de calcul (calcul mental, algorithmes écrits des opérations arithmétiques, utilisation de la calculatrice) : analyse mathématique et didactique.

- Fonctions numériques

Fonctions linéaires, fonctions affines et quelques autres.

Cas de la proportionnalité :

- son enseignement à l'école : un exemple de transposition didactique ;
- différents points de vue : fonctionnel, scalaire, graphique, géométrique (agrandissement, réduction, lien avec le théorème de Thalès).

- Extension de la notion de nombre entier

Connaissance des rationnels (et des décimaux). Insuffisance des rationnels : approche des réels, approximation des réels par les décimaux.

Construction de situations d'approche des rationnels à l'école élémentaire.

¹⁰ COPIRELEM, Commission Permanente des IREM sur l'Enseignement (et la formation à l'enseignement) élémentaire

Exemple d'analyse épistémologique : la construction des décimaux à partir des rationnels ; conséquences possibles pour les choix d'enseignement à l'école.

- Géométrie

Connaissances géométriques de base : caractérisations et constructions de figures simples à la règle et au compas (et utilisation d'autres instruments : équerre, gabarit, rapporteur,...), théorèmes de Pythagore et de Thalès, quelques utilisations simples de transformations ponctuelles du plan (isométries et homothéties planes), étude de solides simples, sections et projections planes de solides simples.

Analyse et construction de situations d'apprentissage portant sur :

- la reproduction d'objets du plan ou de l'espace (avec divers matériels et contraintes),
- la description d'objets (pour une utilisation fonctionnelle du vocabulaire),
- la représentation d'un objet de l'espace sur un plan,
- la construction d'objets du plan ou de l'espace (synthèse de la description et de la représentation).

Rapports entre connaissances spatiales et savoirs géométriques.

- Grandeur, mesure

Aspects mathématiques, historiques, épistémologiques.

Un exemple de construction d'une grandeur et de construction d'une mesure (aire, longueur, masse..).

Cas particulier du système métrique. unités légales et usuelles.

Chaque fois qu'une notion mathématique s'y prête particulièrement, on aborde les questions de **raisonnement** : argumentation, preuve, démonstration.

A propos des thèmes précédents, les différents aspects de la **résolution de problèmes** sont mis en évidence :

- sa place dans la construction des mathématiques (point de vue épistémologique),
- son rôle dans la construction des connaissances (point de vue cognitif),
- ses fonctions dans l'enseignement (point de vue didactique et professionnel).

A l'occasion de situations d'enseignement et à partir d'activités portant sur les thèmes définis ci-dessus, on utilise et explicite différents **outils de la didactique des mathématiques** afin d'aider les étudiants à :

- comprendre ce qui caractérise une situation de référence relative à une notion ou à une famille de notions,
- commencer une analyse a priori, identifier les cadres,
- reconnaître les variables d'une situation et parmi celles-ci les variables didactiques,
- différencier situations d'apprentissage et situations de contrôle,
- identifier différentes phases d'une situation d'apprentissage,
- analyser des procédures d'élèves et des types d'erreurs relativement à un savoir donné (la notion d'obstacle sera traitée à cette occasion).
- repérer certains phénomènes de contrat.

Cette formation prend en compte les programmes du premier degré et du premier cycle des collèges, l'organisation des différents cycles de l'école, les compétences attendues à la fin de chaque cycle en mathématiques.

FINALITES DE LA FORMATION

Les finalités de la formation sont :

- rendre les étudiants capables
 - * de construire des situations d'enseignement y compris sur des thèmes non-traités en formation.
 - * d'intégrer les mathématiques dans un projet global d'enseignement,
 - * d'adapter leur enseignement aux différents publics d'élèves (secteurs citadin, rural, de banlieue,...),
 - * d'analyser et de prendre en compte des difficultés des élèves et l'hétérogénéité des classes,
 - * développer une réflexion critique sur les pratiques professionnelles, les manuels scolaires et les documents pédagogiques.
- sensibiliser les étudiants à l'intérêt et l'efficacité du travail d'équipe,
- rendre les étudiants
 - * curieux des publications récentes et des résultats de recherche,
 - * aptes à modifier leurs pratiques en liaison avec les résultats de recherches.
 - * sensibles à l'importance et à l'intérêt d'une formation continuée.

REMARQUES :

- Une estimation horaire minimum de la formation en mathématiques des futurs professeurs d'école, raisonnable (mais pouvant être avantageusement dépassée) serait de 150 heures, réparties sur deux ans.
- Les contenus de formation précisés ci-dessus ne pourront sans doute pas être tous étudiés en formation initiale. Les choix sont à la charge de chaque I.U.F.M.
- La formation des enseignants nécessite, pour être efficace, une organisation en groupes d'effectifs limités.
- Si le nombre de candidats à la formation dépasse la capacité d'accueil de l'I.U.F.M., il est souhaitable de soumettre les étudiants à un test d'entrée portant sur des compétences disciplinaires.
- Afin d'assurer la cohérence de la formation, il est indispensable de mettre en place des dispositifs institutionnels favorisant la liaison entre les différents acteurs de la formation (enseignants chercheurs, PIUFM, IMF,...). La constitution d'équipes de formation et de recherche pluri-catégorielles enrichit la réflexion et structure la formation.

Annexe 2

Feuille distribuée lors du séminaire

Stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques

Séminaire de Tarbes novembre 1998

Références spécifiques :

KUZNIAK Alain (février 1994), *Etude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré.*

HOUEMENT Catherine (avril 1995), *Projet de formation des maîtres du premier degré en mathématiques : programmation et stratégies.*

Thèses disponibles à I.R.E.M, Université de Paris 7, Denis Diderot
Tour 56, couloir 55/56, 3e étage, Case 7018
2, place Jussieu
75251 PARIS CEDEX 05

KUZNIAK A. (1995) Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques, in *Actes du XXI^{ème} Colloque de formateurs de maîtres en mathématiques de Chantilly* (mai 1994), pages 37 à 62. St Quentin : I.R.E.M. de Picardie.

HOUEMENT C. (1996) Autour des stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques, in *Actes du XXII^{ème} Colloque de formateurs de maîtres en mathématiques de Douai* (mai 1995), pages 79 à 87. Lille : I.R.E.M. de Lille.

HOUEMENT C., KUZNIAK A. (1996)

Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, volume 16/3, pages 289-322. Grenoble : La Pensée Sauvage.

DEFINITIONS SUCCINCTES DES STRATEGIES DE FORMATION

Stratégies culturelles : le formateur diffuse une information ; il veut accroître le savoir mathématique (ou éventuellement didactique) de l'étudiant, sans se préoccuper de la mise en œuvre ultérieure par l'étudiant dans les classes.

Stratégies de monstration : le formateur transmet une pratique d'enseignement, en montrant sa mise en œuvre effective dans les classes.

Stratégies d'homologie : le formateur transmet sa propre conception de l'enseignement des mathématiques, en la mettant en œuvre dans son enseignement. Il attend que ses étudiants utilisent à l'école élémentaire les séances qu'ils ont vécues comme élèves..

Stratégies de transposition : le formateur transmet un savoir de référence sur l'enseignement et tente de maîtriser le phénomène d'adaptation opéré par les étudiants.

Tableau comparatif des différentes stratégies

Stratégies	Dominante de la stratégie	Savoir(s)	Formateur 11	Etudiants ¹²	Thèmes mathématiques privilégiés	Regard porté par le système FM ¹³ sur le système EE ¹⁴
Culturelles	Le savoir mathématique (ou éventuellement le savoir didactique)	Savoir mathématique (ou savoir didactique). Savoirs dépersonnalisés.	Dispense le savoir choisi. Connaissance du métier de P.E. non indispensable. Connaissances théoriques sur le savoir dispensé.	N'ont besoin d'aucune connaissance a priori. Reçoivent un apport théorique d'un savoir-objet qu'il devront opérationnaliser plus tard dans les classes.	De préférence les thèmes mathématiques les moins connus d'étudiants : non entiers, division ; fonctions numériques.	On l'ignore
Monstration	Le terrain.	Savoirs personnalisés sur un expert.	Rôle d'intermédiaire entre le terrain et les étudiants. Possède un savoir -outil d'observation et d'analyse issu des sciences de l'éducation : outil critique.	Doivent avoir des savoirs mathématiques pour se concentrer sur le didactique. Sont observateurs ou acteurs dans le système EE.	Thèmes supposés bien traités dans les classes ou thèmes prétextes pour développer le 3ème savoir (sans importance mathématique).	On agit dedans ou on l'observe
Homologie	Le formateur I.U.F.M. comme modèle.	Savoirs personnalisés sur le formateur, lié à du savoir mathématique.	Formateur central : il est un pôle de connaissance par ses actes. A connaissance de "situations de référence" pour la formation.	Sont supposés avoir peu de connaissances mathématiques. Doivent transférer, dans le système EE, les séances vécues en tant qu'élèves dans le système FM.	Thèmes sur lesquels les étudiants sont conscients de devoir progresser : géométrie de l'activité, mesure, fonctions numériques.	On fait semblant d'y être
Transposition	Une professionnalisation basée sur la didactique.	Savoirs en voie de constitution attachés à des écoles de didactique.	Bonnes connaissances didactiques, tente de contrôler les deux niveaux d'acquisition des savoirs (double transposition).	Doivent avoir de bonnes connaissances mathématiques et une certaine connaissance des contraintes de classe.	Thèmes bien traités dans les études de didactique.	On le théorise

¹¹ Rôle et compétences minimales du formateur en I.U.F.M. suivant cette stratégie

¹² Rôle et profil des étudiants plus spécifiquement visés par la stratégie

¹³ FM : système de formation des maîtres

¹⁴ EE : système de l'école primaire

Préparation au concours

- **Géométrie à plusieurs voix en PE1**
- **Pratiques de formation en PE1 à propos de la division.**

GEOMETRIE A PLUSIEURS VOIX
J.C. Aubertin, P. Masselot, M.L. Peltier, M.H. Salin
(notes de H. Delègue et P. Eysseric)

Résumé : il s'agit de présenter plusieurs points de vue sur l'organisation de l'enseignement de la géométrie en PE1 à partir de plusieurs questions :

- Qu'est-ce qu'on appelle géométrie à l'école ? (le rôle des formes et des instruments)
- Quel est le style de validation qu'on peut mettre en œuvre ?
- Peut-on étudier la validation par argumentation avec les élèves ? avec les P.E. ?

PRESENTATION DES CONTRIBUTIONS ET RESUME DES ECHANGES

Les quatre cours de géométrie qui nous ont été présentés dans cet atelier font apparaître des choix variés pour aborder ce domaine:

- Certains entrent par la géométrie dans l'espace (J.C. Aubertin); d'autres choisissent de ne pas faire très peu de géométrie dans l'espace avec les PE1 (M.H. Salin).
- Certains travaillent avec les PE1 les activités géométriques du premier volet et l'usage des démonstrations, d'autres (P. Masselot et M.L. Peltier) font le choix inverse en travaillant davantage sur le volet 2.

Présentation par J.C. Aubertin : (*contribution pages suivantes*)

Dès le début de l'année les PE sont confrontés à des problèmes de géométrie dans l'espace (pliage, cubes en bois peints et découpés). On constate que la plupart font des représentations en perspective pour mener leurs raisonnements. Ils sont confrontés à la question suivante : « quels sont les propriétés lisibles sur une perspective ? » ce qui conduit aux différents types de perspectives : on passe d'une lecture naïve de ces perspectives à leur lecture raisonnée (comment elles aident à analyser des propriétés, à conduire un raisonnement). Vient ensuite un cours magistral.

Echanges :

Dans le premier groupe les échanges ont d'abord porté sur le cours magistral : une synthèse de deux heures pour donner les définitions et les propriétés bien accueillie par les PE car elle arrive à un moment où ils ont besoin de cet apport d'informations. Puis quelques éclaircissements ont été demandés quant à l'absence d'informations théoriques au cours des TD : J.C. Aubertin insiste sur l'importance du débat à l'intérieur des groupes (réactions des uns face aux erreurs des autres, mutualisation des connaissances,...). Enfin le travail sur les perspectives comme aides au raisonnement est évoqué et quelques exemples facilement accessibles aux PE sont cités : tracer la perspective d'un cube, placer un point M sur une des représentations des faces et poser la question : où se trouve le point M ?

Les échanges dans le second groupe ont insisté sur l'intérêt de la géométrie dans l'espace pour favoriser la distinction entre l'objet géométrique et sa représentation. On est revenu aussi sur le cours "Positions relatives dans l'espace": l'objectif est l'utilisation de propriétés dans des démonstrations, mais il apparaît que l'acquisition d'une certaine habileté dans ce domaine est assez coûteuse en temps.

Présentation de M.H. Salin : (contribution pages suivantes

Je ne fais pas de géométrie dans l'espace avec les PE : ils ont besoin de travailler l'espace mais pas au sens du secondaire. Des situations sont rencontrées mais non travaillées pour elles-mêmes.

Se pose la question de la géométrie à l'école primaire : la géométrie peut elle être pilotée par ce qui se fait au collège ? Par exemple comment dénommer les points par des lettres alors que les élèves ont une conception globale des figures ?

Le mot de géométrie recouvre des domaines très différents :

- la résolution de problèmes spatiaux ;
- la résolution de problèmes mathématiques (déduction).

Présentation du module proposé à Bordeaux : cf. annexe

Ce module est constitué de quatre séances au cours desquelles les étudiants sont confrontés à des activités semblables à celle de l'école puis à s'interroger sur la démonstration. Elles sont suivies d'un cours magistral nécessaire pour leur donner une vue synthétique de ce qu'ils vont enseigner ; le module se termine par un TD d'analyse d'une séance de géométrie. En particulier les étudiants sont amenés à comprendre qu'il ne suffit pas de regarder l'espace sensible pour passer à l'espace géométrique, mais d'y résoudre des problèmes spatiaux en fonction de la taille de l'espace, de la nature des instruments et des supports.

Echanges :

Brève discussion sur le risque à développer les compétences spatiales hors de la géométrie et à introduire trop tôt la géométrie du collège.

A ce sujet l'utilisation de Cabri-géomètre est évoquée, ainsi que le statut du dessin de l'école au collège : en primaire la figure est un tracé, objet spatial sur lequel on travaille.

Présentation par Pascale Masselot : (contribution pages suivantes

Objectif : montrer que les savoirs didactiques sont utiles : chaque activité est soumise à un double regard . Exemple : pour « la fleur », faire varier les présentations du modèle.

Utilisation du travail proposé par Hervé Péault sur les quadrilatères (cela paraît plus facile à gérer pour un formateur débutant).

La suite du module est constituée d'analyse de travaux d'élèves. Aucun exercice du volet 1 n'est traité.

Marie Lise Peltier : (contribution pages suivantes

Les PE1 ont déjà fait des maths pendant des années, j'essaie plutôt de réactiver des connaissances. Les synthèses sont des petits points de cours marqués sur des fiches complétées au fur et à mesure.

Echanges :

Les échanges portent sur la place à donner aux démonstrations dans la formation des PE; il semble y avoir un consensus sur le fait que les PE ne seront pas amenés à utiliser de démonstration et la nécessité de faire évoluer les sujets de concours afin d'éviter les démonstrations trop sophistiquées.

SECONDE PARTIE DE L'ATELIER : ANALYSE D'UN SUJET DE DIDACTIQUE

Il s'agissait d'examiner les questions, leur pertinence, et de les situer plus particulièrement comme questions de mathématiques ou questions de didactique.

On trouvera ci-après le texte de ce sujet fictif, reconstruit à partir d'un sujet de concours interne Bordeaux, par J. BRIAND.

I FICHE DE PREPARATION D'UNE SEANCE :

Matériel :

1°) 10 losanges découpés dans du canson fort. Ces 10 losanges (désignés a,b,c,d,e,f,g,h,i,j) sont répartis ainsi :

	le premier nombre désigne la mesure en cm du côté, le deuxième, la mesure, en degré, d'un angle.				
famille 1	a : 10- 70	b : 12 - 60	c : 15 70	d : 13 - 60	e : 12 - 70
famille 2	f : 10 - 85	g : 12 - 85	h : 15 - 85	i : 13 - 85	j : 12 - 90

2°) Les enfants ont à leur disposition par groupe, un double décimètre, du papier canson, des compas et des équerres.

Description de l'activité :

1. Organisation de la classe : Les enfants sont divisés en 5 équipes : A, B, C, D, E, F, G. Chaque équipe comprend 2 groupes : (appelés dans la suite groupe 1 et groupe 2).

2. Consigne (5 minutes)

"J'ai découpé des figures géométriques dans du carton. Je vais donner une de ces figures à chacun des deux groupes de chaque équipe (une figure pour le groupe A1, une autre pour le groupe A2, etc). Les groupes 1 et 2 de chaque équipe ne se verront pas, mais pourtant ils travailleront ensemble.

Les groupes "1" enverront un message au groupe "2" de leur équipe contenant tous les renseignements qu'ils jugent nécessaires pour que ceux-ci puissent réaliser la figure sans la voir.

Les groupes "2" feront la même activité (en travaillant sur une autre forme) : ils enverront un message à leur groupe "1". Attention : il ne devra pas y avoir de croquis sur les messages. Les équipes qui auront gagné seront celles qui auront réalisé une forme superposable à la forme initiale."

3. Déroulement (15 à 20 minutes)

Chaque groupe a donc une figure. Les enfants rédigent les messages. Dès que les messages sont terminés, la maîtresse les apporte aux groupes récepteurs correspondants. Les récepteurs réalisent la forme.

Dès que la forme est réalisée, ils vérifient avec la maîtresse par superposition (recherche, par groupe, de l'erreur).

Remarque : des travaux antérieurs ont permis, dans cette classe, de se mettre d'accord sur ce que sont deux formes superposables : deux formes sont déclarées superposables lorsque l'erreur de superposition ne dépasse pas 2 mm.

4. Synthèse collective :

Recensement des réussites et des échecs. La maîtresse demande aux enfants : "Parmi ceux d'entre vous qui n'ont pas réussi à faire construire une forme superposable, quelles ont été vos difficultés ?"

II VOICI QUELQUES EXEMPLES DE MESSAGES RECUEILLIS A L'ISSUE DE LA SEANCE :

M1 : A propos de g : *"C'est un carré, chaque côté fait 12 cm"*

M2 : A propos de i : *"C'est presque un carré. Les côtés font 13 13 13 et 13 cm. "*

M3 : A propos de b : *"Dessinez un triangle Les côtés font 12cm, 12cm, 12cm. Dessinez un autre triangle pareil qui touche le premier.*

M4 : A propos de d : *"C'est comme un carré. Il a 4 côtés. Les côtés font tous 13 cm. la longueur entre les pointes est de 22,5 cm "*

M5 : A propos de e : *"C'est un carré penché. Chaque côté fait 12 cm."*

III DEUXIEME SEANCE

Reprise de l'activité, la maîtresse donne des losanges variés. Le taux de réussite est bon (utilisation de messages de type M3 ou M4)

IV QUESTIONS :

1) Le mot "carré " est utilisé à plusieurs reprises. Faites une hypothèse sur les différentes conceptions des élèves sur le carré que laissent apparaître ces messages.

2) **Démontrez** que les messages M3 et M4 permettent bien de recréer respectivement le losange b et le losange d.

3) Soit un polygone convexe de 5 côtés. Imaginez un type de message possible s'appuyant sur la procédure utilisée dans le message M3.

4) Quelle était l'intention du concepteur de la séquence en proposant des losanges proches d'un carré ?

5) Qu'est ce qui , d'après vous peut être institutionnalisé à l'issue de ces deux séances ?

6) Les réponses proposées par les élèves permettent-elles de prendre une décision sur l'ordre selon lequel pourraient être abordés le carré, le rectangle, le triangle, le losange, le parallélogramme et le trapèze ?

GEOMETRIE DANS L'ESPACE EN PE1

1.1.1. Mes intentions sont multiples :

- faire comprendre ce qu'on entend par "démontrer", "montrer" ou "justifier" dans les énoncés du 1er volet du CRPE.

C'est la raison pour laquelle je commence très vite la préparation des PE1 par un exercice de ce type, qui "casse" en partie la tendance de certains étudiants à répondre aux questions des énoncés de géométrie par « on voit (sur la figure) que ... ».

- accoutumer à certains types de sujets du 1er ou du 2ème volet ;
- rappeler ou donner quelques éléments de géométrie "basique" à 3 dimensions ;
- faire connaître les IO et quelques activités de l'école élémentaire concernant ce domaine.

1.1.2. Mes ouvrages de référence sont :

- Thèmes mathématiques pour la préparation du concours CRPE - choix de sujets 92 - 93 - 94 COPIRELEM IREM d'Aquitaine (1995)
- Préparation à l'épreuve de mathématiques du concours de PE - tome 2 R. Charnay et M. Mante - Hatier Pédagogie (1996).
- Mathématiques 1 : Mesure Géométrie Transformations géométriques coll. enseigner à l'école élémentaire - D. Le Boursicot et J-L. Ripoché Delagrave (1988).

En tout début d'année je fais vivre aux PE1, partagés en petits groupes, quelques problèmes, présentés comme « de petits problèmes pour trouver du plaisir à faire des maths ». Selon les années, et donc mon humeur du moment, il y a des problèmes comme « le cube en bois trempé dans la peinture », ou « la boîte du pâtissier », et il s'agit donc d'un premier contact, plus ou moins explicite et explicité, avec des mathématiques en 3 dimensions.

Cette année, dans les 5 heures sur 70 que j'ai consacrées à la partie Géométrie dans l'espace proprement dite, j'ai suivi ce parcours :

1. Introduction avec le 1er volet de Grenoble 94 et Lille 95
2. Lille 94 (1er volet)
3. Cours magistral :
 - Introduction avec le besoin d'un support visuel pour travailler un problème géométrique, mais « dessiner, c'est tricher ! ».
 - Polyèdres
 - Perspectives : cavalière, axonométriques, artistique (ou conique).
 - Patrons de solides.
 - Positions relatives dans l'espace, parallélisme et orthogonalité
4. Des exercices à faire chez eux.
5. Rennes 98 (2ème volet)
6. Caen 94 (2ème volet)

D'autres sujets peuvent être utilisés pour la partie 1er volet :

Caen 95, Toulouse 94, Toulouse 97, Rennes 97 (sphère), Antilles 97, ...

**UN EXEMPLE DE PROGRESSION POUR
TRAVAILLER
"LA QUESTION DE LA GEOMETRIE"**

A La question de la géométrie

Dans un colloque précédant celui-ci, C.Houdement et A. Kuzniak (Montpellier 1996) s'interrogeaient : "faut-il continuer à enseigner la géométrie en formation des maîtres premier degré ?" Si la question se pose, c'est que le vocable "géométrie" recouvre un domaine de connaissances à la fois vaste et flou, ce qui explique les variations très grandes qu'a subi et continue de subir son enseignement en primaire et au collège. Aussi il nous apparaît prioritaire de fournir des repères aux étudiants en nous appuyant sur les distinctions présentées par ce texte¹ :

"Les deux champs de connaissances recouverts par le terme "géométrie" à l'école primaire.

Ce que la tradition appelle "enseignement de la géométrie", renvoie, à l'école primaire, à deux champs de connaissances : d'une part à celui des connaissances nécessaires à l'enfant pour contrôler ses rapports usuels avec l'espace, champ désigné dans les programmes antérieurs par "structuration de l'espace", d'autre part au champ de la géométrie proprement dite.

Savoir prendre, mémoriser, exploiter (en particulier communiquer) des informations spatiales pour se déplacer, pour reconnaître ou construire des objets nécessite des apprentissages qui ne s'effectuent pas spontanément. C'est le cas par exemple de l'utilisation de plans, en situation réelle.

Ces connaissances ne sont pas toutes facilement explicitables dans les termes de la géométrie ; elles relèvent aussi d'autres disciplines comme l'EPS ou la géographie, mais elles constituent les bases nécessaires à toute maîtrise, plus fine, de certaines activités humaines qui se développent en relation avec l'espace. Ainsi, la représentation des objets en perspective pose des problèmes importants à des élèves de 15 ans qui n'ont jamais eu l'occasion de se poser la question de la différence entre ce qu'ils **voient** d'un objet et ce qu'ils en **savent**.

Le champ de la géométrie proprement dite, lui, constitue un savoir mathématique, élaboré au cours de l'histoire, dont l'intérêt pour les jeunes de la scolarité obligatoire est double :

* La géométrie constitue un outil pour répondre à des problèmes de l'espace physique posés dans le cadre de pratiques professionnelles, sociales et culturelles;

* Elle est un lieu privilégié de l'initiation au raisonnement mathématique. A l'école primaire, ce deuxième aspect est limité : les enfants de cet âge ne peuvent accéder à la démonstration mais, en fin de cycle 3, la plupart d'entre eux, confrontés au problème suivant qui leur est communiqué par écrit et sans figure, peuvent fournir la bonne réponse et la justifier convenablement, : *on a donné à un enfant une figure qui ressemble beaucoup à un carré, en lui disant de vérifier si c'est bien un carré. Il a mesuré les quatre côtés et trouvé qu'ils étaient de même longueur. Il a vérifié ensuite un angle avec son équerre. Il a trouvé qu'il n'était pas droit. Il a alors dit : Ce n'est pas la peine que je vérifie les autres angles, je suis sûr que cette figure n'est pas un carré." Es-tu d'accord avec lui? Justifie ta réponse."*

¹Extrait d'un texte rédigé par la commission chargée (en 93) de la rénovation des programmes de mathématiques à l'école primaire. Ce texte n'a jamais été publié.

B Les objectifs du travail en PE1

1. Comprendre ce qui différencie la nature et les objectifs des « activités géométriques » à l'école primaire et au collège.
2. Prendre connaissance et analyser les différents types d'activités utilisées dans cet enseignement à l'école primaire.
3. Reprendre un certain nombre de connaissances géométriques enseignées à l'école primaire et au collège, les faire fonctionner dans une problématique "spatiale", dans une problématique "géométrique".
4. Commencer à prendre connaissance et à analyser les comportements des élèves du primaire confrontés aux activités géométriques

C Les différentes étapes et leur articulation

Séquence 1 : Reproduire un dessin, un objet spatial.

Séquence 2 (Annexe 2) : Faire reproduire à quelqu'un un dessin, un objet spatial. L'émetteur décrit ou représente, le récepteur construit.

Au cours de ces deux premières séquences, les étudiants sont confrontés à des activités semblables à celles préconisées par les programmes pour l'école primaire mais plus difficiles. Leur réalisation permet :

- *d'introduire en situation le vocabulaire « reproduire, décrire, représenter, construire », de faire sentir la nécessité d'un travail sur les notations, la schématisation.*
- *de montrer la richesse et l'intérêt des situations de communication, mais aussi leur complexité particulière dans le cadre géométrique, liée aux erreurs de mesures et de tracés.*
- *d'illustrer de manière efficace le concept de variable didactique, en faisant varier les supports, les instruments, la possibilité ou non de confronter à tout moment le modèle et sa reproduction en cours de fabrication, etc.*
- *de reprendre un certain nombre de concepts de base en géométrie.*

Séquence 3 : Conjecturer et démontrer (1). (Annexe 3)

Séquence 4 : Conjecturer et démontrer (2).

** La première partie de la séquence 3 a pour but de faire s'interroger les étudiants sur des phénomènes qui ne peuvent s'expliquer que parce que l'espace de la feuille de papier n'a pas exactement les mêmes propriétés que l'espace géométrique et donc de différencier deux problématiques : la problématique spatiale dans laquelle je dirai par exemple qu'un angle est droit si je peux le vérifier avec mon équerre, et la problématique géométrique dans laquelle je dirai qu'un angle est droit si je peux déduire cette propriété d'autres informations sur la figure tenues pour vraies.*

** La suite de cette séquence et la séquence suivante ont pour but la reprise de quelques théorèmes importants et la pratique de quelques démonstrations.*

** La liaison entre les deux points de vue, spatial et géométrique, est retravaillée dans le devoir (annexe 5)*

Des exercices complémentaires sont à rechercher entre chaque séance pour aborder des thèmes non centraux en PE1 (ex : les transformations) ou prolonger l'étude de certains sujets.

Séquence 5 : Cours : "L'enseignement de l'espace et de la géométrie à l'école primaire" (plan en annexe 4).

Séquence 6 : Analyse didactique d'une séquence de géométrie

Le cours constitue une synthèse du travail d'analyse réalisé auparavant. Il a pour but d'attirer l'attention des étudiants sur des difficultés particulières à l'enseignement de la géométrie en primaire et non de leur proposer des modèles de situations didactiques. La progression exposée et ce cours s'appuient sur les résultats de notre thèse (Berthelot R. & Salin MH : l'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire), présentés de manière succincte dans le N° 53 de Grand N.

Il est suivi d'un TD de didactique préparé individuellement par les PE1 avant le cours, qui, (une fois n'est pas coutume) est constitué des parties « travaux d'élèves » et volet 2 d'un sujet de concours blanc, réalisé par des collègues de l'IUFM, ces deux parties étant bien sûr complètement articulées. Ce sujet, modifié dans un atelier du colloque COPIRELEM de Douai (1995), a été publié dans les Actes p. 195 à 197 ; c'est celui sur lequel portera la deuxième partie de l'atelier.

Annexe 1

IUFM d'Aquitaine

Précisions données par les formateurs sur les connaissances de géométrie pour le concours (plan 95-999)

- celles exigibles des élèves jusqu'à la 5ème incluse
- une partie de celles nécessaires aux démonstrations relevant de l'enseignement au collège et plus précisément :
 - * Connaissances des propriétés métriques et angulaires des triangles et des quadrilatères.
 - * Médiatrice d'un segment, bissectrice d'un angle et leurs propriétés dans le triangle.
 - * Théorème de Pythagore et sa réciproque.
 - * Théorèmes des milieux et de Thalès dans le triangle et leurs réciproques.

Annexe 2

Module 3-2 Décrire un objet géométrique et / ou le construire à partir d'une description

Décrire prend du sens dans une situation de communication où les tâches des émetteurs et des récepteurs sont différentes.

Il s'agit pour l'émetteur de produire et communiquer des informations permettant à un récepteur de construire un objet géométrique identique au modèle.

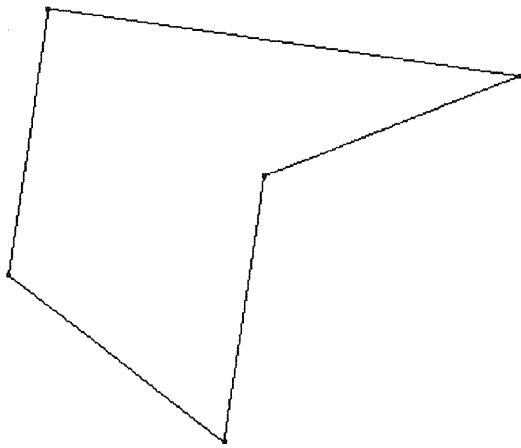
Activité 1

L'objet géométrique est un assemblage de cubes. Aucune contrainte n'est fixée aux émetteurs qui peuvent utiliser les moyens de description qu'ils veulent : texte, dessins, schémas, etc...

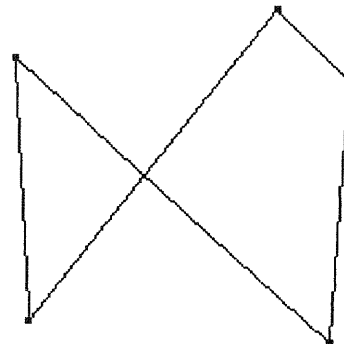
Activité 2

L'objet géométrique est une figure dessinée sur une feuille (voir ci-dessous). Il est demandé aux émetteurs d'utiliser une description qui ne comporte pas de dessin ni de schéma.

Les instruments utilisés sont différents suivant les tâches.



demi-classe 1



demi-classe 2

Activité 3

Le meneur de jeu dispose d'un triangle dessiné T. les participants doivent par équipe, lui demander par écrit les renseignements leur permettant de construire un triangle superposable à T. Gagnent les équipes qui ont réussi à construire le triangle superposable en demandant le moins de renseignements possible.

La phase d'action est suivie d'un examen collectif des listes de demandes de renseignements : celles qui permettent de réussir et les autres. Des conclusions plus générales sont tirées.

Annexe 3

Séquence 3 Conjecturer et démontrer (1)

Objectifs : différencier approche spatiale et approche géométrique et expliciter la signification de la phrase "Faire de la géométrie, c'est raisonner juste sur des figures fausses".

Activité 1

Construire un segment $[AC]$ de 6 cm de longueur. Construire un triangle ARC tel que AR mesure 4,8 cm et RC 3,6 cm. Construire un triangle TAC tel que TA et TC mesurent 4,2 cm.

A l'aide de vos instruments de géométrie, répondez aux questions suivantes :

- 1) ARC est-il un triangle rectangle? et TAC ?
 - 2) O désigne le milieu de [AC]. Le triangle TOR est-il isocèle ?
 - 3) Tracer le cercle de diamètre [AC]. T et R sont-ils des points du cercle?
- Refaites la figure en multipliant les mesures par 2. Faites-vous les mêmes réponses ?

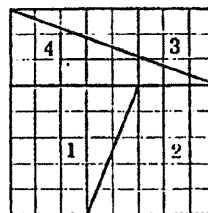
Activité 2 (Réflexion sur une activité proposée en 5ème)

Consigne donnée par le professeur aux élèves (qui n'ont jamais réalisé cette figure) : "Tracez un triangle ABC dont un angle est obtus et les côtés de longueur supérieure à 10 cm. Tracez les 3 médiatrices de ce triangle à l'aide d'une équerre. Vous obtenez un petit triangle A'B'C'. Essayez de construire des triangles pour lesquels le triangle formé par les intersections des médiatrices soit beaucoup plus grand."

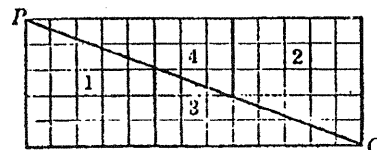
Effectuez les constructions demandées, précisez ce qui se passe et essayez d'expliquer pourquoi le professeur donne cette consigne aux élèves.

Activité 3 : Le paradoxe de Lewis Carrol (ou comment vérifier que $64 = 65$)

Prenons une feuille de papier carrée et divisons-la en 64 petits carrés, comme un échiquier. Découpons-la de manière à avoir deux triangles et deux trapèzes comme sur la figure 19 (a), et disposons ces morceaux comme l'indique la figure 19 (b). Le rectangle ainsi obtenu a des côtés qui mesurent respectivement 5 et 13 unités de longueur, de sorte que la surface est $5 \cdot 13 = 65$ petits carrés, alors que la figure dont on était parti mesurait $8 \cdot 8 = 64$ petits carrés. D'où est venu le carré supplémentaire ?



(a)



(b)

Quelles questions pose l'existence des phénomènes relevés au cours de ces trois activités ?

Annexe 4

Plan du cours sur l'enseignement de la géométrie à l'école primaire

PRÉSENTATION DES CONTRIBUTIONS ET RESUME DES ECHANGES

- 1.1.1. Mes intentions sont multiples :
- 1.1.2. Mes ouvrages de référence sont :

- A La question de la géométrie**
- B Les objectifs du travail en PE1**
- C Les différentes étapes et leur articulation**

EXEMPLE DE COURS EN PE1

Les notions d'analyse a priori et de variable didactique sont introduites de façon contextualisée par rapport à l'analyse des choix effectués concernant les figures (type de figure et support), le mode de travail (situation de communication), les contraintes matérielle. Les limites d'une situation de communication, au niveau de la validation des messages, sont également évoquées.

Référence : Quadrilatères particuliers, H. Péault, stage de Cahors 1991

Devoir (partie mathématique) donné en fin de module

I) Voici deux des messages envoyés par des émetteurs pour décrire le pentagone non croisé de la séquence 3-2

Message 1

- Tracer un segment $[AB]$ de 5 cm,. Reporter une longueur de 10 cm en B et une longueur de 8,6 cm en A. Noter C le point d'intersection.
- Tracer les segments $[BC]$ et $[CA]$
- Noter D le milieu de $[CB]$. Effacer le segment $[OB]$.
- Reporter une longueur de 5 cm en B et de 5 cm en D. Noter E le point d'intersection
- Tracer les segments $[DE]$ et $[BE]$.

Message 2

La figure est composée d'un losange et d'un triangle.

Le triangle ABC est isocèle. $AB = AC = 5$ cm et $BC = 8,6$ cm.

AC sera un côté du losange ACDE

Le losange comporte 4 côtés égaux de 5 cm. AD et CE seront les diagonales.

$AD = 5$ cm, et $CE = 8,6$ cm.

Un angle droit est formé entre BC et CD. Ainsi, B,A,et D seront alignés. La figure obtenue sera un polygone ABCDE.

Questions :

- 1) Réécrire ces messages, sans en modifier les informations mais en utilisant les formulations et les notations correctes enseignées au collège.
- 2) Si l'on construit la figure à partir des instructions du message 1, montrez que l'on peut justifier, en s'appuyant sur une démonstration, l'énoncé de toutes les propriétés données par la description 2.
- 3) Le message 2 est redondant. Donnez-en une version allégée, correspondant à la même décomposition de la figure mais comprenant le nombre minimum d'informations nécessaires à sa réalisation.

II) D'après le sujet Bordeaux 94

A)

Le dessin ci-contre est un dessin à main levée.

Les dimensions sont données en centimètres.

- 1) Décrivez cette figure, pour que quelqu'un qui ne dispose que de votre description puisse la construire.
- 2) Démontrez que l'on peut construire la figure en ne construisant qu'un couple de droites perpendiculaires. Effectuez la construction à la règle et au compas.
- 3) Quelle conjecture pouvez vous faire à propos des points Q, U, et A?

En vous appuyant sur la comparaison de l'aire du triangle QRA, et de la somme des aires des triangles QEU, TUA, et du quadrilatère REUT, confirmez ou infirmez cette conjecture par une démonstration.

- 4) Trouvez une autre méthode pour démontrer ce résultat.



Contribution de Pascale Masselot

EXEMPLE DE COURS EN PE1

Introduction

Les nouveaux formateurs sont généralement d'abord amenés à enseigner les mathématiques à des groupes de PE1. Il semblerait, selon une certaine « logique », inévitable de commencer par le début de la formation des Professeurs d'école. Différents arguments peuvent être avancés. D'une part le contenu mathématique est plus proche de celui des cours de collège et plus « académique » en ce qui concerne la didactique des mathématiques. D'autre part, il serait plus « facile » de préparer à un concours dont les sujets sont répertoriés dans des annales. Enfin, le public est plus « facile » dans le sens où les premières attentes des étudiants sont en priorité la préparation aux épreuves du concours avec l'objectif plus « lointain » d'une formation au « métier » de professeur des écoles.

Cette supposée « logique » peut cependant être remise en cause. Les PIUFM ne suivent pas les PE1 lorsqu'ils sont dans des classes de l'école primaire (stage ...), il leur est difficile de « deviner » les manques, les préoccupations, les éventuelles difficultés d'un étudiant au cours de sa formation d'autant plus qu'ils n'ont pas été au contact de stagiaires (PE2). Mais les nouveaux formateurs n'ont en général qu'une connaissance très parcellaire du premier degré et ceci entraîne des difficultés à aider les stagiaires à formuler des questions et des difficultés pour apporter des réponses. Pourtant l'observation des pratiques effectives d'un stagiaire permettrait au formateur de mieux mesurer la distance entre la maîtrise des connaissances mathématiques, la capacité à analyser des productions, des projets de séquences et la mise en œuvre de ces compétences en situation de classe.

Documents disponibles pour un nouveau formateur

Avant de décrire les options choisies pour un scénario de cours sur des notions de géométrie plane en PE1, il semble utile de rappeler les différents types de documents disponibles actuellement pour un nouveau formateur.

Ils appartiennent à plusieurs catégories qui sont par exemple caractérisées par le critère « type de lecteur » (voir bibliographie publiée dans document du stage COPIRELEM de Colmar):

- Ceux qui sont dans les classes, à l'usage des élèves et des enseignants :

Les manuels scolaires destinés aux élèves de l'école élémentaire et les livres du maître associés dans lesquels les auteurs précisent leurs intentions destinés aux enseignants ; le « matériel » disponible dans une classe.

Les publications de type JDI, La Classe ...

- Ceux destinés aux enseignants proposant et analysant des progressions ou des situations :

La collection ERMEL, les publications de l'INRP, la revue Grand N, certaines publications des IREM

- Ceux destinés aux étudiants en formation pour se préparer au concours : les annales, les livres de Charnay ... , Pauvert ..., Briand ... ou pour se préparer au métier : les livres de Dubois, Fénichel et Pauvert "Se former pour enseigner les mathématiques".

- Et enfin ceux destinés plus directement aux formateurs : actes des colloques, actes des stages COPIRELEM « documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des

mathématiques » (Cahors 1991, Pau 1992, Colmar 1993, Angers 1995, Rennes 1996, Besançon 1997)

- Ceux qui sont destinés à tout lecteur souhaitant approfondir certains points : rapports de recherches, thèses ou livres tels ceux de Fayol, Brissiaud, Julo, Descaves, Aberkane...

Nous pouvons donc apprécier la quantité, la variété et même la richesse des sources actuellement disponibles pour élaborer un cours destiné aux étudiants en première année à l'IUFM.

Cependant les documents les plus directement utiles (dans le sens où une certaine partie de la transposition est déjà effectuée) pour le nouveau formateur sont ceux qui décrivent des pratiques de formateur donc l'avant-dernière catégorie citée. Ils ne fournissent pas une progression, un planning complet ! Mais certaines des situations proposées et analysées sont « directement » reproductibles avec quelquefois des suggestions de « variantes ». A partir de là, le formateur peut ensuite compléter, illustrer, personnaliser en y insérant ses propres « connaissances » et son éventuelle expérience d'enseignant.

Les documents qui ont servi pour élaborer le scénario de cours, dont le résumé suit, sont ainsi extraits des actes des colloques ou des stages COPIRELEM. Certains exemples sont extraits de sujets de concours pris dans les annales.

Un détour par le programme défini pour la première année de formation à l'IUFM de Créteil permet de préciser les contenus par rapport à la **géométrie** :

Sans se restreindre au seul programme de l'école élémentaire, les notions ci-dessous ne seront traitées que dans la mesure où elles éclairent leur enseignement à l'école élémentaire.

Caractériser certains objets mathématiques

Connaître les différentes propriétés caractéristiques des objets cités ci-après, permettant de les définir, les classer, les reconnaître dans une configuration donnée, les représenter et justifier leur construction.

Connaître les notations et vocabulaire adéquats.

Une droite, une demi-droite, un segment.

Un polygone concave, convexe, régulier (en particulier triangle et quadrilatère).

Un cercle.

A propos de configurations particulières

Connaître leurs propriétés.

Savoir les construire à la règle et au compas.

Savoir faire des démonstrations élémentaires permettant d'établir la nature d'une configuration.

Droites parallèles et perpendiculaires.

Triangles :

- Angles dans un triangle,
- Droites remarquables dans un triangle (hauteurs, médianes, médiatrices, bissectrices), connaître leur propriété d'être concourantes,
- Cercles inscrit et circonscrit à un triangle,
- Milieux des côtés d'un triangle, propriétés, cas particuliers du théorème de Thalès,
- Triangles particuliers : rectangle, isocèle, équilatéral, caractérisation à partir des côtés, des angles, des axes de symétrie,
- Triangle rectangle : théorème de Pythagore et réciproque, cercle circonscrit.

Quadrilatères :

- Propriétés relatives aux côtés, aux angles, aux diagonales,
- Eléments de symétrie,
- Quadrilatères particuliers (trapèze, parallélogramme, rectangle, losange, carré).

Hexagone et octogone réguliers.

Et à propos de l'ensemble des notions :

Chaque fois qu'une notion mathématique s'y prête particulièrement, on aborde les questions de **raisonnement** : d'argumentation, de preuve, de démonstration.

A propos des thèmes précédents, les différents aspects de la **résolution de problèmes** sont mis en évidence :

- sa place dans la construction des mathématiques (point de vue épistémologie),
- son rôle dans la construction des connaissances (point de vue cognitif),
- ses fonctions dans l'enseignement (point de vue didactique et professionnel).

A l'occasion de situations d'enseignement et à partir d'activités portant sur les thèmes définis ci-dessus, on utilise et explicite différents **outils de la didactique des mathématiques** afin d'aider les étudiants à :

- comprendre ce qui caractérise une situation de référence relative à une notion ou à une famille de notions,
- commencer une analyse a priori,
- reconnaître les variables d'une situation,
- différencier situations d'apprentissage et situations de contrôle,
- identifier différentes phases d'une situation d'apprentissage,
- analyser et classer des procédures d'élèves et des types d'erreurs relativement à un savoir donné (la notion d'obstacle sera traitée à cette occasion).

Les objectifs du formateur sont donc d'intervenir à plusieurs « niveaux ». Les savoirs mathématiques ne sont qu'une entrée pour amorcer une réflexion sur d'autres savoirs « utiles » au futur enseignant. Les savoirs didactiques figurent parmi ceux-ci et sont maintenant « reconnus » ...

Il semble difficile de « cloisonner » et de faire d'une part des « exercices » de maths, d'autre part des analyses de productions d'élèves et enfin des analyses de documents pédagogiques, même si c'est ce découpage qui apparaît dans la forme du sujet du concours.

A travers les situations proposées, le formateur vise des objectifs concernant les connaissances mathématiques et didactiques. Il cherche d'une part à ne pas seulement « exposer » ces connaissances et d'autre part à les faire reconnaître comme utiles pour la pratique d'un enseignant et pas seulement pour réussir au concours.

Exemple de cours en PE1 sur le thème « géométrie plane : analyse et construction de figures »

Les différentes notions abordées dans cette progression concernent au niveau des mathématiques : le vocabulaire et les notations de géométrie plane ; l'analyse de figures complexes et la définition et les propriétés de certaines figures simples ; les constructions à la règle et au compas et au niveau didactique : l'analyse a priori d'une situation, la notion de variable didactique, la comparaison de différents types de situation, la notion de contrat.

Plan du cours (séances de 3h):

Première séance : situation de communication : reproduction et construction de figures
Activités proposées à l'étudiant : analyser une figure, la reproduire, rédiger un programme de construction, exécuter une construction.

Référence : Utilisation du document « la fleur » en FPI, M.-L. Peltier, Actes du XVII^{ème} colloque des PEN Paris 1990

Mise en scène :

Le groupe d'étudiants est partagé en deux sous groupes installés dans deux salles distinctes. Dans chaque salle une figure (la fleur et *une figure sans nom*) est exposée au tableau. Dans un premier temps les étudiants doivent reproduire cette figure (les contraintes sur le matériel sont à fixer par le formateur) puis ils doivent rédiger un message (de type programme de construction) destiné à un étudiant de l'autre sous groupe qui devra à son tour, ne disposant que du message, construire la figure qu'il n'aura pas vue (des contraintes sur le matériel, le niveau de formulation peuvent être données ou non). Les messages peuvent être retournés avec des questions si le récepteur a besoin de précisions. A la fin de l'activité chaque émetteur récupère son message et la construction du récepteur.

Cette séance est la première séance de géométrie proposée. Elle permet donc une reprise de contact avec les instruments puis avec le vocabulaire. Les figures sont choisies de façon à ce que l'analyse de chacune ne soit pas « immédiate », une réflexion s'impose pour réussir la construction (déterminer les centres et les rayons des arcs de cercles). Ensuite la phase de rédaction des messages fait émerger de nombreuses questions (auxquelles le formateur ne

répond pas immédiatement) par rapport au vocabulaire. Le fait que la validation soit interne à la situation crée une plus forte motivation (en plus, l'anonymat des messages induit une certaine cohésion au niveau du groupe ...). (Une troisième figure est prévue pour les « rapides », figure à reproduire seulement ou programmes de construction à exécuter).

La séance se termine généralement au moment de cette étape, quand chacun a récupéré son message et la figure qui en a découlé. Cependant s'il reste du temps, il est possible de faire le point sur l'analyse des figures présentées en montrant essentiellement qu'elles sont choisies de façon à ce que tout ne soit pas « visible » immédiatement et en signalant la régularité, pour la fleur, au niveau de la prégnance de la rosace ! Il se trouve en plus que pour la seconde figure l'utilisation de la construction de l'hexagone régulier est pertinente mais pas « visible » directement. Le fait qu'il existe plusieurs « méthodes » pour les constructions (et qu'ils ne doivent pas espérer avoir « la » solution) est évoqué ainsi que pour les messages associés, y compris plusieurs types de messages pour la même « méthode » de construction selon le niveau de formulation ...

Toutes les productions (reproduction et message de l'émetteur, construction du récepteur) sont récupérées et rendues lors de la séance suivante, avec des commentaires « personnalisés », individuels. Ceci permet de mieux se rendre compte des manques pas toujours faciles à formuler.

Deuxième séance : à partir de la situation précédente

- ***rappels concernant le vocabulaire, les notations, l'utilisation des instruments***
- ***retour sur la situation proposée en se plaçant du côté de l'enseignant***

A partir de l'analyse des productions et des raisons pour lesquels certains échanges n'ont pas abouti lors de la situation précédente, certaines conventions et définitions des notions géométriques ainsi que les propriétés géométriques justifiant l'usage des différents instruments en liaison avec les constructions à effectuer sont clarifiées et précisées. Cela permet de justifier le fait d'imposer certaines contraintes au niveau du matériel (papier blanc, seulement la règle et le compas ...). Cela permet également de souligner les erreurs qui se situent au niveau du vocabulaire. La comparaison porte également sur les " styles " des messages et amène une conclusion par rapport à la rédaction d'un programme de construction. Les étudiants proposent souvent de rédiger à nouveau un message ... (échange individuel avec le formateur)

Ainsi sont rappelées les définitions et constructions à la règle et au compas de la médiatrice d'un segment, de la perpendiculaire à une droite passant par un point donné, de la parallèle à une droite passant par un point donné, de la bissectrice d'un secteur angulaire, du report d'un angle, des droites remarquables dans un triangle, des triangles particuliers ...

Les notions d'analyse a priori et de variable didactique sont introduites de façon contextualisée par rapport à l'analyse des choix effectués concernant les figures (type de figure et support), le mode de travail (situation de communication), les contraintes matérielle. Les limites d'une situation de communication, au niveau de la validation des messages, sont également évoquées.

Les liens avec l'épreuve du concours et le transfert possible à l'école élémentaire font ensuite l'objet d'une explicitation. Ceci relève de contrat entre le formateur et les étudiants qui attendent d'abord d'être préparés au concours.

Le document de l'APMEP (Bulletin vert n° 371, décembre 89, pages 659 à 670, article de Y. Ducel et M.L. Peltier) relatif à "La fleur" est distribué aux étudiants.

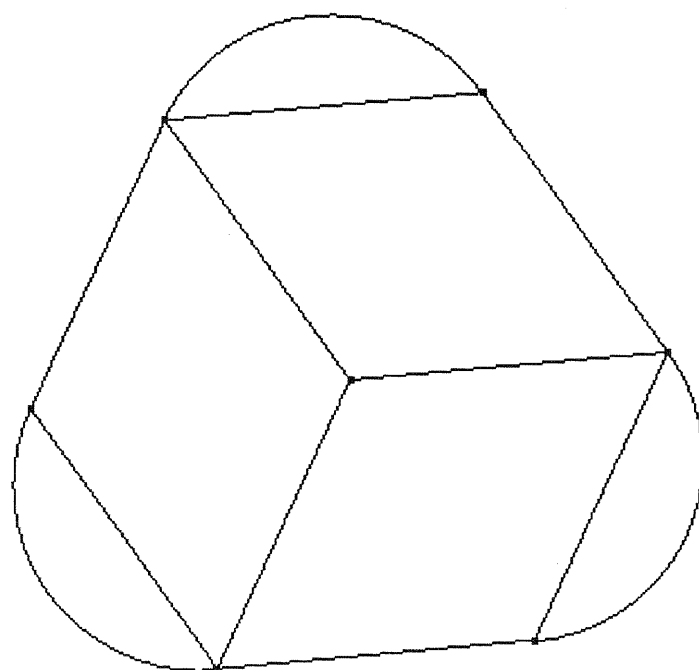
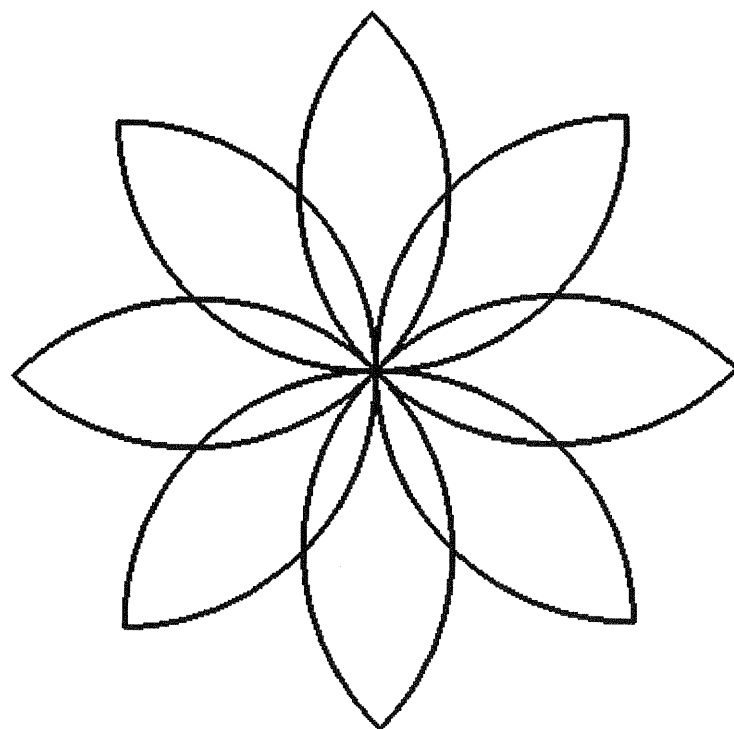


Figure constituée de 3 losanges et de 3 arcs de cercle.

Troisième et quatrième séances : figures géométriques élémentaires (quadrilatères particuliers)

1^{ère} activité : deviner un quadrilatère en posant des questions

Réorganiser les connaissances géométriques sur les quadrilatères

2^{ème} activité : reproduire un quadrilatère caché à partir d'informations données ou à demander

Organiser des informations géométriques ...

Réaliser des constructions élémentaires à l'aide des instruments usuels

3^{ème} activité : élaborer des consignes pour la construction d'un quadrilatère avec des contraintes

Référence : Quadrilatères particuliers, H. Péault, stage de Cahors 1991

De la même manière, les étudiants sont d'abord amenés à expérimenter « en tant qu'élève » ces situations puis le formateur à partir des « manques » qui sont apparus, précise un certain nombre de notions ou propriétés mathématiques. Ensuite l'analyse des activités permet de faire réfléchir les étudiants sur le travail de l'enseignant.

(analyse a priori, variables didactiques, contrat, statut de l'erreur ...)

Quelques exemples d'exercices extraits des sujets de concours (première partie, premier volet) sur ces thèmes (reproduction de figures, rédaction de programmes de construction, utilisation des définitions et des propriétés des quadrilatères ...) sont donnés à faire (facultatif !) pour s'exercer ...

Cinquième séance :

Analyse de productions d'élèves (extraits des sujets)

Le choix est guidé par l'idée de compléter ou d'aller plus loin dans la réflexion initialisée dans les séances précédentes. La cohérence, les liens entre les différentes séances sont mis en évidence en faisant chaque fois que cela est possible référence aux activités présentées.

Rennes 95 – Nancy-Metz 95 – Lyon 96

Sixième séance :

Analyse de documents (extraits des sujets)

D'autres extraits sont distribués et corrigés individuellement (« à la carte »)

Strasbourg 95 – Rouen 95

Commentaires :

Les étudiants s'impliquent facilement dans les différentes activités, ils acceptent de « faire », ils jouent le jeu, ils coopèrent même si l'attitude du formateur peut paraître à certains très déstabilisante (surtout ceux qui croyaient savoir ...).

Même si certaines des premières activités peuvent être proposées à des élèves de l'école primaire, les objectifs en formation ne sont pas les mêmes. Les étudiants disposent déjà des connaissances mathématiques à mettre en œuvre lors de ces activités, il s'agit de les préciser,

de les réorganiser, de les mettre en réseau, de prendre du recul, de finaliser ... et ceci est précisé aux étudiants.

D'autre part une réflexion sur le travail de l'enseignant, sur ses choix, sur la « mise en scène », est menée en parallèle lors de ces situations « vécues ».

Il n'est pas possible pour tous les thèmes mathématiques de « trouver » des situations de formation toujours adaptées.

Il est parfois nécessaire de revenir d'abord sur des connaissances strictement mathématiques (décimaux, proportionnalité ...).

Les échanges avec d'autres formateurs font apparaître qu'une différence au niveau de la formation serait liée à l'idée de perspective à court terme, le concours, ou à moyen terme, la formation à la pratique future du professeur d'école.

En lisant la liste des intitulés, on constate que le découpage du programme privilégie une entrée par les savoirs mathématiques. Il serait tout aussi possible de proposer un cours spécifique de didactique, donc sur des notions, des outils définis par les recherches en didactique en s'appuyant sur différents thèmes mathématiques. Cette éventualité a été « testée » au cours d'une recherche.

Organisation matérielle :

17 séances de 2h, dans un groupe de 25 à 28 étudiants. Le module de mathématiques est divisé en 2 parties de 17 séances chacune, qui sont prises en charge par deux professeurs différents. Un concours blanc est organisé par l'IUFM au début du second trimestre et est commun à tous les groupes.

Choix didactiques

J'organise le travail à partir d'un certain nombre de situations clés qui me permettent à la fois de faire le point sur les connaissances des étudiants, d'apporter, si nécessaire, des compléments d'informations mathématiques de mettre en évidence quelques notions didactiques.

Je fais donc le choix de ne pas présenter un cours construit de manière linéaire, mais de faire des points de cours sur plusieurs thèmes qui sont chaque année approximativement les mêmes : polygones, convexité, polygones réguliers, propriétés des quadrilatères, propriétés des triangles et droites remarquables, théorème de Pythagore, théorème de Thalès, notion de similitude, cercle, angle inscrit, angle au centre, polyèdres, relation d'Euler, polyèdres réguliers, représentations planes des polyèdres.

De même je fais le choix de ne pas faire de cours de didactique, mais de mettre en évidence certains concepts lorsque la situation s'y prête.

Parallèlement à ce travail, certaines séances sont consacrées plus précisément à l'entraînement au concours. Ces séances s'intercalent entre les précédentes et portent alternativement :

- sur des exercices du volet 1, qui peuvent avoir été préparés par les étudiants, en liaison avec les thèmes étudiés précédemment
- sur des analyses de travaux d'élèves issus des annales toujours en liaison avec les notions étudiées
- sur des analyses de documents pédagogiques des annales.

Enfin je donne quelques exercices à rédiger que je corrige individuellement et l'équivalent de deux devoirs de concours en plus du devoir de concours blanc.

Je choisis l'ordre suivant - géométrie plane puis géométrie des solides - pour plusieurs raisons :

- je souhaite commencer le travail de l'année par une situation de communication qui va permettre de rompre avec les souvenirs que les étudiants ont des cours de maths et qui peut leur permettre d'amorcer une réflexion sur la représentation des mathématiques et de leur enseignement qu'ils se sont construites au cours de leurs études antérieures.
- la géométrie des solides est peu connue des étudiants,
- les notions mathématiques à maîtriser pour comprendre le programme de géométrie de l'école élémentaire et pour pouvoir traiter les sujets de concours touchent davantage à la géométrie plane qu'à la géométrie des solides,
- les questions relatives à la géométrie des solides nécessitent pour la majorité des connaissances en géométrie plane.

1- Géométrie plane

Activité	Notions mathématiques	Notions didactiques
Construction de figures par une situation de messages	théorème de Pythagore propriétés des quadrilatères cercles inscrits, circonscrits notion de tangence figures semblables codage	situation didactique dévolution, validation situation de communication rôle des interactions entre pairs variables didactiques
Analyse de travaux d'élèves sur une situation de messages (Annales de Lyon 1995)	cercles, tangence	
Reproduction de figures (cf. ML.Peltier, "La fleur", Acte du colloque de Paris)	notion d'échelle figures géométriques alignements, orthogonalité rapports de longueurs	distinction entre reproduction et construction variables didactiques validation, différenciation (notion d'aides)
Analyse de documents pédagogiques construction de carrés (cf. volet 2 Lyon 94)	carré	
"Jeu du portrait" (cf. H. Péault, document de la Copirelem, Cahors 1991)	propriétés caractéristiques des quadrilatères inclusions diverses des familles de quadrilatères convexité déduction	rôle des interactions entre pairs formulation
"Le quadrilatère caché" (cf. H. Péault, idem)	conjecture déduction convexité propriétés des quadrilatères	situation de recherche formulation
Analyse d'extraits de manuels (cf. Hervé Péault, idem)	les triangles ou les quadrilatères	savoir en jeu situation d'apprentissage, problème choix didactiques tâche et activité de l'élève, lien avec la notion de variable didactique validation

2- Géométrie dans l'espace

Activité	Notions mathématiques	Notions didactiques
"Le solide caché" (cf. ML.Peltier, C.Houdement, la boîte du pâtissier, IREM de Rouen, 1992, et Document de la Copirelem, Pau)	polyèdres, patrons, plans perpendiculaires, droites orthogonales	situation didactique : phase de formulation, d'action, de validation situation de communication (spécificité du langage mathématique) rôle de l'anticipation rôle de la manipulation
Patrons du cube	relations d'adjacence (d'incidence)	anticipation validation rôle de la manipulation
Constructions de polyèdres libres puis avec des contraintes (utilisation du matériel "Polydrons")	relation d'Euler solides de Platon	conjecture et preuve rôle des manipulations
Assemblages de cubes	espace-plan représentations planes	situation de communication validation variables didactiques
Représentations planes	patrons perspectives projections graphes planaires	
"La boîte du pâtissier" (cf. ML.Peltier, C.Houdement, documents de la Copirelem Cahors 91 et Colmar 92).	modélisation d'une situation	situation didactique dialectique outil objet variable didactique dévolution, validation rôle de l'erreur

3- Exemple de cours en PE1

Présentation

La première année à l'IUFM est bien sûr centrée sur la préparation du concours, mais notre objectif principal est de faire en sorte que ce soit également une première année de formation professionnelle. Pour cela, j'ai choisi d'alterner des séances au cours desquelles les étudiants sont mis en situation de faire des mathématiques et des séances d'entraînement. Dans le premier cas j'utilise des stratégies qui relèvent parfois de l'homologie pour "réconcilier les étudiants avec les mathématiques", et le plus souvent de la transposition de manière à ouvrir la réflexion sur des aspects professionnels. Dans le second cas, j'utilise les sujets des annales des années précédentes.

Pour illustrer ce propos, je vais présenter les deux premières séances de cours que je propose aux PE1, dans la partie géométrie. Il s'agit de deux séances de géométrie plane.

Première séance : Situation de communication sur des figures géométriques

Je choisis cette séance pour plusieurs raisons :

- les figures proposées vont permettre d'initialiser un travail sur un certain nombre de propriétés relatives à la géométrie des figures planes : propriétés des quadrilatères, théorème de Pythagore, cas d'égalité des triangles, etc.
- le type de tâches demandées aux étudiants est en rupture avec les exercices de géométrie qu'ils ont vraisemblablement rencontrés dans leur passé scolaire. Il s'agit donc de conduire les étudiants à s'interroger sur l'image des mathématiques et plus particulièrement de la géométrie qu'ils se sont construite.
- c'est une situation qui peut être transposée à l'école élémentaire au cycle 3, et qui peut faire l'objet d'une analyse didactique. Elle permet de ce fait aux étudiants d'envisager immédiatement l'année de préparation au concours comme une première année de formation professionnelle.
- La relative proximité des contenus mathématiques sous jacents avec les mathématiques du collège n'implique pas la nécessité de connaissances spécifiques notamment sur le développement intellectuel de l'enfant, comme ce serait le cas si la situation relevait des mathématiques du cycle 1 ou 2.

Choix des figures (cf. annexe)

Je choisis deux figures et deux seulement. Les étudiants auront donc tous travaillé sur chacune des figures soit en tant qu'émetteur du message soit en tant que récepteur. Ainsi la mise en commun intéressera tous les participants.

Le choix des figures est lié aux notions mathématiques que je souhaite faire travailler, et prend en compte un certain nombre de contraintes :

- Les figures doivent être analysées pour être reproduites, et pour mener cette analyse, les étudiants ont à faire des hypothèses sur les positions relatives des différents éléments et à les vérifier en intervenant sur la figure par exemple en traçant des segments supplémentaires, en prolongeant des segments en joignant des points, etc.
- Il est possible de construire les figures de plusieurs manières, il n'y a pas une clef unique à trouver.
- Les figures sont assez régulières pour qu'une validation par perception visuelle soit envisageable.

Plan de la séance et organisation matérielle associée.

J'ai préparé des photocopies de chacune des figures choisies.

Je présente collectivement la situation :

" Vous allez être réparti par groupe, chaque groupe va recevoir une feuille sur laquelle est construite une figure géométrique. Vous allez devoir rédiger un message pour qu'un autre groupe reproduise la figure que vous avez reçue et qu'il ne connaît pas, c'est à dire qu'il doit construire à partir de votre message une figure semblable à la vôtre en plus grand pour qu'elle puisse être affichée. Votre message ne doit pas comporter de schéma ou de dessin, il ne doit pas non plus comporter d'indication de mesures de longueur ou d'angles. Vous le rédigerez sur

la grande affiche. Je rappelle que ce message est destiné à vos pairs, il ne s'agit pas de chercher à le rédiger en langage d'enfants.

Je vais donner une durée précise pour que vous rédigiez les messages. A la fin de ce délai, vous échangerez votre message avec un autre groupe et vous construirez la figure correspondant au message reçu. Après quoi vous comparerez la construction effectuée à la figure originale"

Si besoin est, j'explique la notion de figures semblables en faisant référence à la notion d'agrandissement obtenu par exemple à l'aide d'un retro projecteur.

Les étudiants sont ensuite répartis en un nombre pair de groupes (généralement 6). Les groupes sont associés deux à deux (groupes A et B) pour former une équipe.

Chaque groupe dispose du matériel de géométrie usuel (règle, compas, équerre), d'une grande affiche, d'un feutre marqueur.

Je distribue la première figure aux trois groupes A, la seconde aux trois groupes B.

Je donne le temps imparti (25 minutes) et rappelle qu'à l'issue de ce délai les messages seront échangés quel que soit leur état d'achèvement.

Après 25 minutes, les messages sont échangés par mes soins entre les groupes A et B d'une même équipe.

Chaque groupe réalise la figure correspondant au message qu'il a reçu. En cas de blocage, il peut demander par écrit au groupe émetteur quelques précisions qui lui paraissent indispensables, la réponse est également donnée par écrit, je fais le facteur.

Cette phase dure environ 10 minutes.

Les deux groupes d'une même équipe se retrouvent pour comparer les deux figures construites aux originaux et je laisse un temps d'échanges entre les étudiants des deux groupes. Puis les messages et les figures associées sont affichées au tableau.

Les étudiants prennent alors connaissances des réalisations des autres équipes.

Mise en commun

Les étudiants se questionnent mutuellement et font toutes les remarques qu'ils jugent utiles.

Je propose ensuite une observation dirigée :

- Conformité au modèle. Si ce n'est pas le cas, recherche des erreurs éventuelles, proviennent-elles de l'écriture du message ou de son interprétation ?
- Nature du vocabulaire utilisé, discussion sur la pertinence des termes utilisés, rectification si nécessaire
- Présence éventuelle d'un codage de certains éléments (points, cercle, droite) par des lettres
- Type de rédaction s'agit-il d'une description ou d'un programme de construction.

Deuxième partie de la séance : analyse de la situation sur le plan didactique

Présentation et justification de mes choix

- choix des dessins
- choix de l'organisation matérielle
- choix des contraintes horaires

Travail inter cours : étude de la figure A

A partir des hypothèses : le quadrilatère ABCD est un carré, les points A', B', C', D' sont tels que B soit le milieu de [AA'], C le milieu de [BB'], D le milieu de [CC'], A le milieu de [DD'], montrer que le quadrilatère A'B'C'D' est un carré.

En appelant c le côté du carré ABCD et c' le côté du carré A'B'C'D', établir une relation entre c et c' .

Deuxième séance : analyse mathématique des dessins et complément de cours.

Retour sur le choix des dessins du point de vue des contenus mathématiques sous jacents.

Plusieurs étudiants présentent la démonstration qu'ils ont faite, ces démonstrations sont discutées collectivement et améliorées si nécessaire.

De même pour la recherche de la relation entre c et c' . De cette relation les étudiants sont conviés à chercher la relation liant les rayons des deux cercles et à comparer avec le rapport trouvé empiriquement par mesurage.

Synthèse mathématique

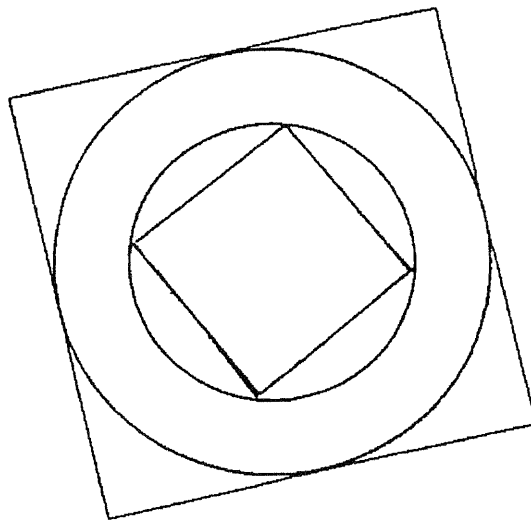
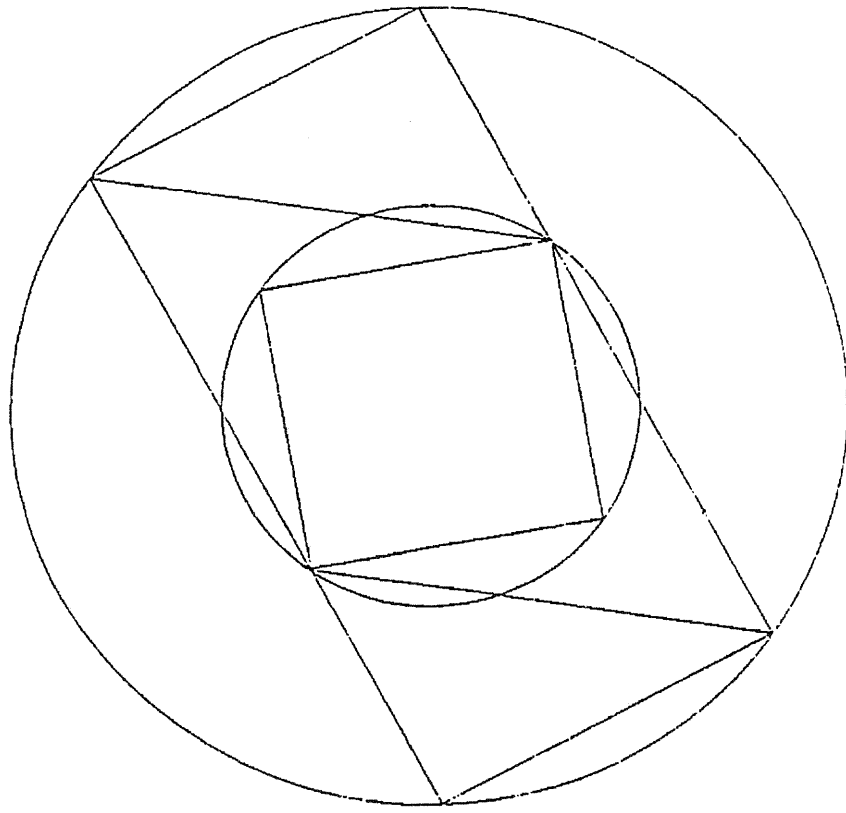
Je rappelle :

- les principaux résultats qui ont été utilisés dans les démonstrations et les calculs :
théorème de Pythagore, égalité des triangles,
- la terminologie utilisée relative au carré, au triangle, au cercle, cercle inscrit, cercle circonscrit à un carré
- les propriétés des différents quadrilatères relatives aux diagonales en invoquant le dessin B.

Discussion sur :

- ce qui conduit à distinguer dessin et figure
- ce qu'est une démonstration en géométrie et sur le type de démonstration rencontrée ici, notion d'hypothèses, de déduction, de conclusion
- valeur exacte et valeur approchée
- la rupture entre la géométrie de l'école élémentaire, qui est une géométrie dans laquelle la vérification d'hypothèses se fait à partir de l'utilisation d'instruments (problématique de l'espace) et la géométrie du collège dans laquelle la vérification d'hypothèses se fait dans le cadre d'une théorie par des démonstrations (problématique géométrique).

Annexe :



**PRATIQUES DE FORMATION EN PE1
A PROPOS DE LA DIVISION
Henri Delègue, Marie Claire Jollivet**

Résumé : Au moment où des approches différentes de la division sont proposées dans les manuels, l'atelier s'est attaché à faire le point sur les pratiques effectives de formation initiale des professeurs des écoles. Il en ressort une grande diversité qui s'explique par la complexité du réseau des notions relatives à la division. Les éléments réunis sont destinés à servir de point de départ à une réflexion sur les choix à effectuer dans le cadre d'une formation initiale.

PRESENTATION :

Nous proposons de revenir sur la question de l'enseignement de la division qui a déjà fait l'objet de nombreuses publications ; citons, en particulier, le document inclus dans les DOCUMENTS POUR LA FORMATION DES PROFESSEURS D'ECOLE édités par la COPIRELEM, en particulier le tome I (Cahors 1992), le tome IV (Angers 1995), Le tome VI (Besançon 1997).

En effet, la plupart de ces documents se fondent sur un accord implicite entre les PIUFM de mathématiques concernant le choix des notions à aborder, en formation PE, dans le thème de la division.

Or, une rapide enquête, menée préalablement à cet atelier, nous a montré que cette unanimité présumée n'existait pas ou n'existait plus ...

De nombreux facteurs sont à prendre en considération pour pouvoir analyser les différences et les changements qui semblent se profiler. Une telle étude dépasse largement le cadre de cet atelier dont le but n'est pas d'expliquer cette diversité, mais de mettre en lumière quelques grandes tendances afin de provoquer, si cela est jugé utile par les participants, la réouverture de la concertation au sujet de la division.

Citons cependant les deux paramètres que nous avons retenus, a priori, pour cet atelier :

- le premier concerne la grande hétérogénéité actuelle du corps des formateurs IUFM: anciens professeurs d'école normale (ayant une culture commune du premier degré), enseignants ayant une assez longue expérience en lycée ou collège, jeunes universitaires... Leurs différences de rapport aux mathématiques sont d'autant plus visibles que les contraintes horaires de la formation les obligent à radicaliser leurs choix, et à considérer comme mineurs les effets de cette sélection sur l'enseignement que donneront les P.E par la suite, concours oblige !
- le deuxième est lié à un remaniement important de l'organisation des thèmes : divisions, fractions, décimaux, dans plusieurs collections de manuels scolaires pour le cycle 3 parus depuis 1997.

Le déroulement de l'atelier comporte deux phases :

1. Proposition d'un ensemble de textes (énoncés de problèmes, extraits de manuels scolaires, courts extraits de conférence) liés à la formation des PE.¹
2. Présentation des résultats de l'enquête préalable réalisée auprès des collègues en septembre et octobre 1998, tant au plan de l'enseignement des savoirs mathématiques que des connaissances didactiques.

¹ Ces énoncés ont dû être sortis de leur contexte. Pour la plupart ils avaient été présentés comme exemples proposés à des étudiants de première année.

PREMIERE ACTIVITE : REACTION AUX DOCUMENTS :

Les 16 textes encadrés de ce paragraphe ont été mis à la disposition de chaque stagiaire. L'intérêt du débat résidant dans la confrontation des priorités de chacun, via les documents proposés, notre consigne a été la plus ouverte possible :

"Est-il possible de relier chacun de ces extraits à une forme de division que nous enseignons en formation PE ?

Explicitons-nous ce lien en formation initiale ? en formation continue ?

Attendons-nous des PE qu'ils sachent faire ces exercices ?"

Sans oublier de tenir compte de l'influence du choix du corpus, il semble que notre hypothèse est apparue assez rapidement fondée : il n'y avait pas plus consensus entre les participants de l'atelier qu'entre les collègues qui ont eu l'amabilité de répondre à notre questionnaire !

I Examen des textes

Pour chacun d'eux, nous donnons succinctement :

- les raisons du choix,
- les réactions des participants.

1. Une pâtissière a rangé 382 chocolats dans 11 boîtes identiques. Toutes les boîtes sont identiques sauf peut-être une. Combien y a-t-il de chocolats dans chaque boîte ?

Concours C.R.P.E. Lille 1995

Type de problème de partage où l'on cherche le diviseur, alors que le dividende et le quotient sont connus). Ce type de problème est choisi par les formateurs qui insistent sur la variété des problèmes associés à la division.

Exercice intéressant pour la mise en place de la notion de division euclidienne et parce qu'il montre qu'il n'y a pas toujours qu'une solution même si l'énoncé le laisse penser.

2. Dans l'ensemble de l'exercice, on considère les nombres entiers naturels D et q tels que :

$$D < 4500 \text{ et } q = 82$$

La division euclidienne du nombre D par le nombre d fournit le quotient $q = 82$ et le reste $r = 45$. Rechercher, en justifiant la réponse, l'ensemble des couples (D, d) qui répondent à la question.

Même question avec $r = 112$.

Discuter, selon les valeurs du reste r , l'existence de solutions.

Concours C.R.P.E. Créteil 1993

Utilisation de la définition de la division euclidienne dans \mathbb{N} , $D = d \times q + r$ et $r < d$, avec un bon niveau d'expertise : mise en inéquation ; prise en compte de plusieurs contraintes.

A l'unanimité, ce type de problème semble faire partie des "exercices imposés" (problème de division euclidienne décontextualisé).

3. « Un consensus assez large apparaît chez les formateurs pour introduire les fractions à partir d'une situation de communication dans le contexte des mesures de longueur et selon l'aspect fractionnement (M.J. Perrin et R. Douady 1986) :

Une longueur l et une unité u étant données, il s'agit de construire un code permettant de tracer une telle longueur.

Les principales variables didactiques utilisées dans la situation sont :
le support de l'unité (fractionnable ou pliable facilement ou non) ;
la taille relative de u par rapport à l (u très petit devant l ou non) ;
la relation entre l et u : si $l = n.u + r$, avec n entier et $0 \leq r < u$... »

A. Bronner : scénarios d'enseignement des décimaux séminaire de Perpignan COPIRELEM

Le texte présente une division euclidienne dans les longueurs. Cette situation est reprise dans "Le nouvel objectif calcul CM1" et dans "ERMEL CM1" avec des scénarios sensiblement différents; un certain nombre de maîtres, en particulier les IMF/PEMF, la mettent en pratique dans leur classe. Un assez grand nombre de PE l'ont observée ou conduite en stage.

Cela permet l'approche de la division à partir des fractions et peut présenter un aspect différent de cette notion par exemple en relation avec le manuel Optimath.

4. Dans quelle base "10101" est-il divisible par "111"

Dans quelle base a-t-on : "10000" = "222" x "20" + "10"

Ce problème était proposé dans un cadre général. On peut l'interpréter sous la forme suivante : dans un jeu, il y a des jetons de 5 couleurs (BVJRN), chaque couleur a une valeur et les règles d'échanges sont identiques (1B vaut tant de verts et 1V vaut tant de J, etc.)

Quelle est cette règle d'échange et combien y a-t-il de joueurs sachant qu'on a partagé équitablement sans reste la valeur de 1B1J1N et que chacun a reçu 1J1R1N ? Remarquons que dans ce cas précis toute règle convient. Le second exercice est plus difficile à utiliser.

Ces exercices ont fait l'objet d'une grande discussion, en plusieurs épisodes, sur la pratique de la division dans une autre base que la base dix : quelle réponse donner à des PE1 qui demandent l'intérêt de travailler dans différentes bases ? Une réponse possible : cela les aide à percevoir les difficultés que leurs élèves vont rencontrer en ne leur donnant pas la possibilité d'utiliser les automatismes de la base 10. A ce propos, certains nouveaux formateurs évoquent la demande constante des PE pour que les formateurs leur fournissent des automatismes.

Malgré les arguments présentés plusieurs participants pensent que ces exercices ne sont qu'un prétexte pour utiliser la division.

5. Avec deux nombres entiers naturels non nuls, on effectue les 4 opérations suivantes :

- on les additionne ;
- on les multiplie ;
- on retranche le plus petit du plus grand ;
- on divise le plus grand par le plus petit.

La somme de ces différents résultats est 243.

Quels sont ces deux nombres ?

Jeux et stratégies n°4 (repris dans TERRACHER Terminale S 1998)

Ce problème est intéressant pour le traitement des informations de l'énoncé qu'il nécessite :

- *inférences qui s'obtiennent en associant informations de l'énoncé et connaissances de base, (en particulier celle qui permet d'affirmer que le plus grand nombre est un multiple du plus petit)*
- *changements de registres :*
 - . *Conversion des informations et déduction en langage littéral ; identité remarquable simple ;*
 - . *Utilisation de différentes écritures d'un même nombre.*

Le rapport niveau de difficulté/connaissances en jeu a été jugé inadéquat en PE1 par les formateurs les plus expérimentés.

6. Trouver tous les entiers naturels n à quatre chiffres satisfaisant aux conditions suivantes :
- le nombre de centaines de n est un nombre premier inférieur à 20.
 - le reste de la division de n par 100 est un multiple de 24.
 - le reste de la division de n par 9 est supérieur à 6.
 - le reste de la division de n par 5 est égal à 1.

Concours C.R.P.E Poitiers 1996

Utilisation conjointe de propriétés arithmétiques (division euclidienne dans \mathbb{N} , critères de divisibilité usuels, ...), et de connaissances liées à notre système de numération (nombres de centaines d'un naturel, ...).

Ce type de problème, toujours difficile pour les PE par les conversions de registres variées et coordonnées qu'il nécessite, n'a fait l'objet d'aucun débat au cours de l'atelier.

7. La mesure de la hauteur d'un triangle équilatéral est de 4cm quelle est celle de son côté ?

C'est un exemple donné de cas où les PE sont confrontés à une division dans \mathbb{R} .

Plusieurs participants soulèvent la question de la pertinence de la division dans \mathbb{R} : n'est-ce pas faire perdre du temps aux P.E. ?

Discussions sur valeur exacte, valeurs approchées, les habitudes de rédaction semblant très différentes dans la culture du premier degré et au collège.

8. Fabriquer une masse trois fois plus petite qu'une masse donnée sous forme d'un objet insécable : on dispose d'une balance Roberval, mais pas de masse marquée, on peut s'aider en utilisant d'autres matériels.

9. Partager un segment en sept segments de même longueur (règle non graduée et compas)

Division exacte dans un ensemble de grandeurs continues sans nécessairement utiliser les nombres.

Pour la masse, on peut envisager d'utiliser un intermédiaire sécable (pâte à modeler, sable) puis des procédures utilisant la géométrie ou des approximations successives.

Pour les longueurs, la construction peut être justifiée par les PE, en géométrie, si le théorème de Thalès est inclus dans la formation.

Une bonne connaissance de cette situation semble d'autant plus importante actuellement que beaucoup de manuels, abordent, au cycle 3, des activités autour de "la machine à partager". (cf. IREM de ROUEN : LA MACHINE A PARTAGER. Fractions et décimaux au cours moyen C. HOUDEMONT M.L. PELTIER)

10. Dans un jeu, le banquier et les joueurs disposent en nombre suffisant de toutes les pièces de monnaie dont la valeur est supérieure ou égale à 0F10, comment le banquier va-t-il partager équitablement la somme de 10F10 entre trois gagnants ?

Il s'agit d'une situation de division euclidienne dans l'ensemble des décimaux multiples d'un dixième. Ceci peut conduire à la question du quotient approché au dixième près. On retrouve ce thème dans l'extrait du manuel d'Objectif Calcul plus loin.

11. « Suivant que la division correspond à la recherche du coefficient de proportionnalité, de l'image ou de l'antécédent, on aura affaire à des significations différentes et éventuellement à des techniques différentes.

Par exemple :

Quelle est l'échelle de ce plan sachant que 4 km dans la réalité sont ici représentés par 3 cm ?

Quelle est la distance sur le terrain sachant que je trouve 5 cm sur le plan et que l'échelle est 1/200 000 ?

Quelle est la distance sur le dessin sachant qu'il est 15 fois plus petit que dans la réalité ? »

M. J. Perrin, Sens, algorithmes et représentations symboliques, Actes du colloque des conseillers pédagogiques 1994.

La justification vient dans la suite de la conférence :

"La résolution de tous ces problèmes nécessite des extensions du sens qu'on a donné initialement à la division, ainsi que des représentations et des techniques utilisées, les soustractions successives ne permettent en général plus de représenter le problème et, même si c'est le cas, la mise en place d'une technique plus adaptée et plus rapide est nécessaire pour continuer à aborder de nouvelles situations. De plus, ces problèmes amènent le besoin d'étendre le domaine numérique et les opérations, ce qui pose la question de la légitimité de cette extension. On s'appuie en général sur l'addition répétée pour traiter la proportionnalité, et la pertinence de l'extension de la multiplication, dans le cas où les nombres ne sont pas entiers, est le plus souvent laissée dans l'ombre."

12 Extrait de "Quadrillage CM1" ISTR 1997 page 69

Une telle présentation erronée du bilan d'une division euclidienne de l'exercice n°2² est relativement répandue dans les travaux des PE1 :

$$402 : 19 = (19 \times 21) + 3$$

Il s'agit de rechercher les origines possibles d'une telle écriture sachant :

- que l'erreur est rapidement détectée et corrigée par les étudiants lorsque le même calcul est présenté dans l'ensemble des rationnels :

$$\frac{402}{19} = \frac{(19 \times 21) + 3}{19}$$

$$\frac{402}{19} = 21 + \frac{3}{19}$$

ces deux dernières écritures étant données par toute les calculatrices munies de la touche

$$\boxed{a^{b/c}}$$

- qu'elle réapparaît, après discussion et "correction", dans les rédactions des solutions de problèmes se traitant par la division euclidienne.

Le débat prend la direction des différentes écritures pour exprimer une division. La demande d'information s'engage sur les conventions d'écriture concernant la division. L'usage des « : » signifie-t-il la même chose selon dans lequel on se situe ?

Division dans $\mathbb{Q} \rightarrow 3:4=3/4$ (écriture normalisée)

² Nous espérons cependant que les auteurs profiteront de la prochaine réédition pour rectifier cette présentation.

$$5 : 3 = 1 + 2/3$$

Division dans $\mathbb{N} \rightarrow 5:3$? (notation de Brissiaud) $q=1$ et $r=2$

$5 \overline{) 3}$ (notation avec la potence) $q=1$ et $r=2$

d'où la difficulté de opérations distinctes, dont les solutions sont différentes, mais présentée avec le même symbole.

Pour ceci il est proposé de se référer à une circulaire sur l'articulation Ecole/6^{ème} et sur la revue Grand N n°61 pour préciser que c'est seulement en classe de 6^{ème} que sera abordé le passage de $3:4=3/4$.

Le groupe s'interroge sur la complexité des différentes écritures concernant une division dans le Mémo du manuel Optimath CM1. Pourquoi vouloir trouver une écriture alors que l'on possède une technique de résolution ? Pourquoi vouloir introduire une nouvelle notation ? Il semblerait que ces nouvelles notations soient sources d'erreurs pour les élèves. Exemple : $22 : 5 = 4$ reste 2 ou bien $22 : 5 = 4,4$ or beaucoup d'élèves écrivent $22 : 5 = 4,2$.

Il existerait des textes d'IEN³ qui dénonceraient l'écriture avec les « : » en proposant plutôt de privilégier la relation ($a=bq+r$ avec $r<b$). La résistance chez les enseignants pour l'abandon des « : » viendrait de la sacro-saint présentation des problèmes avec les rubriques « solutions – opérations » qui nécessitent pour eux un symbole (:) pour exprimer l'opération choisie dans la rubrique "solution".

13 Extrait de "Le nouvel objectif calcul CM2" HATIER 1996
livre du maître pages 109-110

Rappelons tout d'abord que le manuel CM1 de cette collection présente une progression très structurée sur la technique opératoire de la division dans \mathbb{N} .

Situé à la suite du chapitre de reprise intitulé "division des nombres entiers", l'extrait choisi au CM2 aborde la notion de quotient décimal.

Les intentions pédagogiques des auteurs sont d'amener les enfants à:

- *découvrir qu'il est possible de prolonger les divisions qui "ne tombent pas juste" "au delà de la virgule" pour obtenir un quotient décimal ou approché;*
- *déterminer la nature de la partie entière du quotient, de sa partie décimale, du reste;*
- *reconnaître à partir de quel moment il est inutile de poursuivre une division.*

La situation de découverte (problème de division-partition dans un contexte de mesure de longueur) doit faire émerger la nécessité de l'existence du quotient approché décimal.

En bilan de cette première rencontre, le livre du maître propose une institutionnalisation, qui se veut très pragmatique :

[...] Pour continuer la division, il suffit :

- *d'écrire une virgule dans le quotient ,après la partie entière,*
- *de transformer les restes successifs en unités dix fois plus petites (les unités en dixièmes, les dixièmes en centièmes, ...).*

vient ensuite une règle pour déterminer le quotient arrondi.

³ Il s'agit probablement d'un texte des Inspecteurs Généraux Corrieu et Fauvergues, synthèse des réunions académiques des professeurs d'écoles normales en 1988 ou 1989.

Nous pensons que la progression adoptée par les auteurs est en tout point conforme aux Instructions Officielles du cycle 3 et aux recommandations de la circulaire : articulation école collège.²

- *Au CM1,*
 - *la fraction est essentiellement présentée aux élèves comme un moyen pour coder un partage (Cf. doc. 3)*
 - *l'introduction des décimaux est faite par les fractions décimales qui précèdent les écritures à virgule. Les différentes notions, en particulier la comparaison, sont travaillées avec les deux types d'écritures (fractionnaires, à virgule) ;*
- *Au CM2,*
 - *reprise, en début d'année, de toutes les opérations déjà connues dans IN et dans D ainsi que découverte de la multiplication d'un décimal par un entier (écritures à virgule seulement),*
 - *le quotient décimal de 2 entiers est abordé aussitôt après dans le cadre de problèmes de division avec des variations autour du quotient approché (écriture à virgule seulement),*
 - *le quotient d'un décimal par un entier est présenté un vingtaine de leçons plus tard (écriture à virgule seulement).*

Cependant, nous avons choisi cette leçon pour montrer comment les auteurs se heurtent, à un manque de continuité dans la présentation du savoir mathématique, puisqu'à l'école primaire la division dans \mathbb{Q} comme loi de composition interne (diviseur non nul) n'a pas à être abordée.

Même si, dans leurs objectifs, l'équivalence $a : b = \frac{a}{b}$ en tant que telle est laissée au collège⁴ où "les activités s'appuient sur deux idées :

- *le quotient $\frac{a}{b}$ est un nombre,*
- *le produit de $\frac{a}{b}$ par b est égal à a .⁵*

Ils compensent l'absence de cette propriété fondamentale, au niveau du maître comme au niveau des élèves. Pour le premier, ils présentent un rappel sur les nombres décimaux et les nombres rationnels (en italique dans le texte) ; pour les suivants ils programment les trois exercices de calcul de divisions ci-dessous :

- *L'exercice 4 permet d'obtenir des quotients décimaux exacts.
Effectue les divisions suivantes jusqu'à obtenir un quotient exact. Ecris l'égalité correspondante.*
- *L'exercice 5 permet d'obtenir des rationnels décimaux ou des rationnels avec une période courte (2 à 3 chiffres).
Effectue cette nouvelle série de divisions. Certaines d'entre elles ne se terminent pas. Qu'est ce qui te permet d'affirmer qu'elles ne se termineront jamais ?*
- *L'exercice 6 ne comporte que des quotients exacts non décimaux, avec des périodes de 6 à 16 chiffres ! Voici encore des divisions à effectuer. Vérifie tes calculs à l'aide d'une calculatrice. Quelle remarque peux tu faire ?*

⁴ B.O n°44 5 décembre 1996 : "C'est seulement en sixième qu'on se propose d'étendre la signification de l'écriture fractionnaire et de lui donner un statut de nombre" .

⁵ Extrait du programme de la classe de 6^{ème} 1996

Par la suite, après six leçons de reprise sur les fractions simples et les fractions décimales, les auteurs annoncent un nouvel objectif :

"Comprendre que certaines fractions ne sont pas des nombres décimaux",
dans une leçon intitulée : **Fractions, quotients et décimaux**

Ceci dépasse largement les compétences attendues en fin de cycle, mais les auteurs ont considéré qu'il était important de revenir à nouveau sur ce sujet, comme si les multiples savoirs et techniques implicitement présents dans la première leçon demandaient à être repris dans d'autres contextes pour avoir quelques chances de devenir des connaissances opérationnelles chez les élèves.

Dès lors, comment introduire le quotient décimal au cycle 3 ?

Le détour par les écritures périodiques à virgule est-il une entrée possible dans la notion de quotient rationnel exact au CM2 ? Nos doutes résultent d'observations faites en PE1, où des étudiants ayant suivi tout le cursus du second degré en mathématiques écrivent (et pensent)

majoritairement : $\frac{1}{3} = 0,33$.

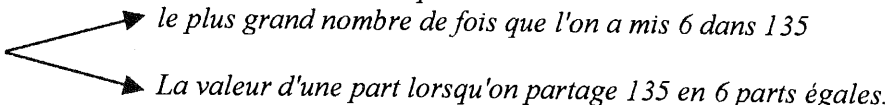
Il nous a semblé important de pouvoir ouvrir à nouveau le débat, en l'alimentant par de nouvelles conclusions de la recherche⁶ en didactique des mathématiques, voire en provoquant de nouveaux travaux sur ce thème, étant donné que deux collections, elles aussi largement utilisées, utilisent dans leurs derniers manuels CM une progression sur les thèmes division fractions décimales très différente, qui ne respecte plus les I.O.actuelles

14. Extraits de "OPTIMATH CM1" Hachette 1997 pages 99 et 111
"OPTIMATH CM2" Hachette 1998. page 99

- Au CM1,

l'auteur établit très vite, le vocabulaire et la relation de la division euclidienne. Il propose le Mémo suivant page 99 :

" Diviser 135 par 6, c'est chercher deux nombres : le quotient et le reste.

Le quotient, c'est 

$135 = (22 \times 6) + 3 \rightarrow 22$ est le quotient ; 3 est le reste: il est inférieur à 6.

Quelquefois le reste est nul.

Par exemple, 42 divisé par 6 \rightarrow quotient 7, reste 0, car $6 \times 7 = 42$.

Mémo qu'il associe à une technique opératoire dite "chiffre à chiffre" (partage des centaines, puis des dizaines ...).

Puis, dès la page 111, il introduit une autre division en posant aux élèves la question suivante :
Comment ferais-tu pour partager 5 barres de chocolat entre 3 enfants ?

- d'abord répartir les barres entières.

- ensuite, partager les barres restantes (Puisqu'il faut faire 3 parts, pourquoi ne pas partager chacune d'elles en 3 !)

Dans le MEMO associé, il institutionnalise "le quotient avec partie fractionnaire",

⁶ Etude didactique des nombres réels. Idécimalité et racine carrée (Thèse 1997)

l'écriture associée étant

$$7 : 3 = 2 + \frac{1}{3} .$$

Simultanément, il établit des relations avec le quotient entier et reste de la division euclidienne.

- *Au CM2,*

lors de la recherche du quotient décimal de deux entiers, il réutilise les connaissances sur la division dans \mathbb{Q} établies au CM1 (diviser aussi le reste).

Dans le MEMO de la page 99, il résume :

1. On peut écrire un quotient sous forme d'une partie entière et d'une partie fractionnaire. La partie fractionnaire du quotient⁷ peut être :

- *une fraction dont le dénominateur est le diviseur de l'opération $37 : 2 = 18 + \frac{1}{2}$*
- *une fraction décimale $37 : 2 = 18 + \frac{5}{10}$*
- *un ou plusieurs chiffres après la virgule $37 : 2 = 18,5$*

2. Un quotient décimal ne peut être que la valeur approchée du quotient (il y a un reste).

Suit une fiche-méthode intitulée : Technique de la division décimale, où il présente l'opération en potence classiquement prolongée et le quotient décimal approché en écriture à virgule.

Dans le livre du maître, au chapitre : Construction du champ conceptuel des nombres, pages 168 et 169, A. DESCAYES justifie la non conformité institutionnelle de sa position par la mise en œuvre précoce de significations de la fraction autres que celle de la fraction partage⁸ : "Les conceptions de l'enseignement des nombres liées aux écritures fractionnaires ne sont pas en cohérence à l'école et au collège. Il nous a semblé impératif de les unifier, afin de combattre l'échec des élèves dans ce domaine en 6^{ème}. Si un enseignement de l'utilisation d'écritures fractionnaires simples en

⁷ Il s'agit du quotient exact, mais cela n'est pas précisé.

⁸ Analyse didactique des différents sens d'un rationnel en considérant la fraction $\frac{13}{4}$ et les types de grandeurs que 13 et 4 peuvent représenter :

1°- si les grandeurs sont de nature différentes alors $\frac{13}{4}$ se lit souvent "13 pour 4" c'est une proportion. Dans certains cas elle permet de définir une grandeur-quotient comme une vitesse : 13 km en 4 h.

2°- si les grandeurs sont de même nature alors la fraction $\frac{13}{4}$ désigne un rapport comme dans un triangle ABC rectangle en A tel que AB = 13 cm et AC = 4 cm ; $\tan \hat{C} = \frac{13}{4}$ (rapport trigonométrique). Dans ce cas, $\frac{13}{4}$ peut se lire "13 divisé par 4", elle renvoie à la division quotient (dans 13 cm, combien de fois 4 cm ?).

3°- si le nombre 13 renvoie à une grandeur alors que le nombre 4 est sans dimension alors la fraction $\frac{13}{4}$ se lit aussi "13 divisé par 4" mais renvoie à la division partition (13 cm à partager en 4 parts égales).

4°- si le nombre 13 est sans dimension et opère sur le nombre $\frac{1}{4}$ alors la fraction se lit "13 quarts", il s'agit d'une partition de l'unité suivie d'une multiplication (13 fois un quart de cm).

Classification issue des travaux de T. CARPENTER, E. FENNEMA, T. ROMBERG : Rationnal numbers (1993) et citée par R. BRISSIAUD dans "Les fractions et les décimaux au CM1. Une nouvelle approche" Actes du congrès COPIRELEM Loctudy, 1998,

relation avec plusieurs conceptions, n'est pas amorcé à l'école élémentaire, l'élève doit, en 6^{ème}, assimiler ces diverses conceptions, mais sur l'ensemble des écritures fractionnaires (notamment avec des dénominateurs quelconques)".

Résumons l'argumentation qu'il développe pour la mise en place de deux divisions :

- La conception "partage de l'unité" paraît primordiale pour faire émerger la notion de fraction : l'écriture $\frac{1}{n}$ fédère en les modélisant des situations concrètes et diverses de partage en parts égales, mais elle correspond aussi au résultat d'une opération formelle, la division de 1 par n.
- Face à une situation de mesurage où la mesure du segment est égale à une unité plus la moitié d'une unité, deux écritures sont alors possibles :

$$1u + \frac{1}{2}u \quad \text{ou} \quad \left(1 + \frac{1}{2}\right)u \quad \text{ou} \quad \frac{3}{2}u \quad \text{car} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

On est amené à écrire :

$$3 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times 3 = \frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2}$$

La première conception de l'écriture $\frac{a}{n}$ consiste donc à considérer qu'elle correspond à a "fois" $\frac{1}{n}$. Mais $\frac{3}{2}$ doit également pouvoir être pensé comme le résultat de la division de 3 par 2 si l'on veut éviter les blocages au collège. Cette situation se modélise par

$$3 : 2 = 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

Ceci conduit à faire la distinction entre deux types de division :

- la division euclidienne, avec recherche du quotient et du reste
- la division notée " : ", opération réciproque de la multiplication pour laquelle on obtient un quotient exact en divisant aussi le reste.

Cette dernière est abordée très naturellement par les élèves lorsqu'ils sont confrontés à une situation de partage sans disposer de technique opératoire pour la division euclidienne. Elle faisait partie des progressions pédagogiques entre 1945 et 1970.

Cette nouvelle organisation des savoirs permet-elle d'aborder avec moins d'implicite la notion de quotient décimal ?

L'antériorité de la connaissance d'une forme de division dans \mathbb{Q} , avec écriture fractionnaire du quotient exact, permet-elle à l'élève de mieux s'approprier les quotients décimaux ?

A priori, dans le cas d'un quotient décimal exact, cela nous apparaît possible dès que les changements d'écritures commencent à être maîtrisés. L'extension au quotient approché ne relevant ni des mêmes savoirs, ni des mêmes techniques, la rupture est manifeste à ce niveau.

La question du quotient décimal ne paraît donc pas réglée à ce jour ... Nous l'avons voulue emblématique des préoccupations des nouveaux formateurs, qui au delà de leurs investigations personnelles sur le sujet, vont aussi avoir à répondre aux premiers utilisateurs de ces manuels, lors de visites ou pendant les stages de formation continue.

Pour que l'argumentation puisse dépasser un simple avis personnel, il paraît nécessaire d'entreprendre, sous l'égide de la COPIRELEM, une comparaison objective et approfondie des deux types de progression. Cela semble particulièrement important aux formateurs qui n'étaient pas en poste au moment de la parution des brochures comme "La division à l'école

15. (APMEP 1968, « division ») « Il est légitime de dire que le quotient de 12cm par 3 est 4cm, alors que le rapport de 12cm à 4cm, ou à 40mm est 3, et d'écrire en conséquence :

$$\frac{12\text{cm}}{40\text{mm}} = \frac{12\text{cm}}{4\text{cm}} = 3$$

Cet extrait est destiné à revenir sur les différents sens du mot quotient et sur la distinction entre rapport et quotient :

Le rapport entre a et b étant le nombre par le quel on multiplie b pour obtenir a

Le mot quotient étant utilisé plus généralement comme l'élément par lequel on multiplie b pour obtenir a.

Cela pose le problème des ensembles intervenant dans la division.

Suite à l'étude de cet exercice la question de la pertinence de la division dans R est posée. N'est-ce pas faire perdre du temps aux PE ?

16. Déterminer à la règle et au compas la largeur du rectangle de même aire que le rectangle R et de longueur l :



Division exacte d'une grandeur par une grandeur de nature différente : exemple de cas où le quotient n'est pas un rapport.

Conclusion de cette « exploration » :

Les mots et les notions rencontrés à propos de la division ont des significations diverses :

- concernant le mot division : division exacte, division euclidienne ;
- concernant le mot « opération » : on peut l'envisager comme « relation entre trois ou quatre nombres », comme « application », comme un « algorithme efficace » ;
- concernant les ensembles sur lesquels « opère » l'une ou l'autre division : grandeurs (une seule espèce, plusieurs espèces, grandeurs continues ou discrètes) nombres (entiers, décimaux, rationnels, réels).

BILAN D'UNE ENQUETE AUPRES DE FORMATEURS DE PE :

Le problème de l'enseignement en PE est de choisir sur quels éléments fonder leur connaissance des questions relatives à la division.

Depuis longtemps⁹, la distinction entre division-partage et division-groupement est présentée en considérant les grandeurs . Ensuite vient la question de la négociation du passage de la division euclidienne à la division exacte.

Un autre aspect est celui de la place des procédures de calcul des résultats de la division (comptage, groupements, soustractions, additions, décompositions canoniques du dividende

⁹ Un collègue nous signale dans sa réponse au questionnaire que cette distinction est développée dans l'Encyclopédie de Diderot où il est aussi mentionné que « toute division peut se faire par le moyen de la soustraction »

ou du quotient, techniques opératoires).

Il nous semble qu'une réflexion sur ces choix doit permettre d'étudier les différences entre les manuels parus ces derniers temps (J'apprends les maths, Objectif Calcul, Optimath, Diagonale). Cette étude n'a pu se faire lors de l'atelier.

Un premier contact auprès de collègues très divers a permis de noter que même lors de l'étude de la division euclidienne proprement dite, les PE1 peuvent aborder selon les cas:

- La division au sein d'un ensemble de grandeurs continues,
- La signification de la division par un irrationnel (diamètre du cercle, hauteurs),
- La division dans les entiers relatifs,
- La division dans les rationnels,
- La division dans les entiers naturels écrits dans une base non décimale, ...

Pour permettre d'élaborer un questionnaire qui fasse état de la diversité des formations, nous avons proposé le cadrage théorique donné en annexe.

Dans la mesure où les connaissances mathématiques concernant les divisions sont souvent associées à d'autres connaissances arithmétiques, le questionnaire aborde aussi ces sujets. Nous avons proposé le questionnaire joint en annexe à une quinzaine de formateurs de « profils » différents (anciens professeurs d'école normale ou non, universitaires ou non, proches des recherches de la didactique ou éloignés) ; il ne s'agit pas d'une enquête scientifique, mais de faire état de pratiques effectives de formation dans le domaine des divisions. A la suite du compte rendu des réponses, on trouvera des plans de cours qui permettent d'expliquer les différences de réponses.

Concernant les connaissances mathématiques :

On constate des sujets où la convergence des réponses est forte :

- connaissance exigée de définitions de la division euclidienne dans \mathbb{N} ,
- connaissance exigée de la technique opératoire par calcul de produits partiels,
- connaissance exigée des critères de divisibilité usuels en base 10,
- connaissance exigée de la définition de : nombre premier, PGCD, PPCM,
- le quotient décimal approché,
- la division dans \mathbb{Z} est très rarement évoquée,

On constate ensuite des sujets où les divergences sont plus marquées et même des divergences importantes (certains formateurs exigeant une connaissance pour les PE1, d'autres refusant même de l'évoquer en passant par ceux qui l'évoquent lorsque l'occasion se présente). Cela concerne en particulier :

- les propriétés de la division euclidienne dans \mathbb{N} ,
- la technique opératoire « chiffre à chiffre »,
- la division dans \mathbb{D} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} ,
- la division dans un ensemble de grandeurs,
- la division effectuée dans une base autre que décimale,
- la recherche du nombre de diviseurs d'un nombre ou de tous ses diviseurs,

Concernant les connaissances didactiques

Le questionnaire que nous avons dû élaborer rapidement souffre de la séparation (mathématique/didactique) qui est peu pertinente¹⁰, c'est pourquoi nous l'avons complété d'une demande de plans de cours qui ont été regroupés et sont présentés en dernière partie.

les éléments de convergence concernent :

¹⁰ En fait elle correspond à la forme de l'épreuve du concours en fin de PE1.

- l'introduction de la question par une situation soit au niveau PE (homologie ou transposition selon les formateurs) principalement la situation « Concertum ¹¹ », la course à 20 ou alors la résolution d'exercices de CM en « bloquant » la technique usuelle de la division ¹² ;
- l'étude d'une situation d'introduction à l'école en insistant sur les procédures non expertes utilisables.

Par contre les sujets suivants font l'objet de divergences plus ou moins marquées :

- l'étude d'une classification de problèmes (ex : la classification proposée par G. Vergnaud certains l'enseignent d'autres en contestent l'utilité pour les PE)
- l'étude des techniques opératoires (certains développant une progression vers la technique opératoire conventionnelle, d'autres étudiant et comparant différentes techniques, ce qu'on retrouve dans certains manuels.
- l'étude de variables didactiques : selon le choix effectué, l'accent sera mis sur les propriétés arithmétiques des nombres ¹³, sur leurs propriétés par rapport à la numération décimale, sur le type de nombres (entier, décimal, rationnel), sur les grandeurs en jeu, sur le ou les résultats à déterminer etc.

Réactions des participants à cet exposé :

On remarque que certains points non explicitement au programme de l'école sont considérés exigibles pour les PE comme par exemple les nombres premiers. A l'inverse, le quotient décimal approché, qui est au programme n'est pas nécessairement pris en charge par le formateur.

Faire se côtoyer fraction et division relève du savoir savant, les deux sens sont éloignés dans les conceptions des élèves. Si pour certains il est nécessaire d'aborder cette question avec les PE, d'autres trouvent cela très confus et posent la question de la légitimité de ce rapprochement. Cela nous ramène à la question du rôle des grandeurs et à l'articulation entre l'introduction de la division et la suite du cours (en particulier le lien avec la proportionnalité).

Ensuite les participants relèvent des questions qui n'ont pas été traitées :

A travers ce bilan, on ne connaît pas les questions qui ont conduit les collègues à effectuer leurs choix, ni le lien qu'ils font entre division exacte et division euclidienne.

Comment apprendre aux P.E. à lire une progression sur une opération, sur une technique opératoire ?

Quelle est la place respective des techniques opératoires et du calcul réfléchi ?

La division est la première opération dans laquelle les élèves vont devoir faire trois opérations pour une. Les élèves ont donc à comptabiliser ce qu'ils ont fait. Comment interpréter les calculs que l'on vient de terminer, quelles décisions prendre ?

PLANS DE COURS EN PE1 SUR LA DIVISION

Les labels donnés à ces plans sont bien évidemment caricaturaux et seraient sans doute diversement appréciés par les collègues qui en ont fourni les éléments. Nous avons regroupés différentes réponses sous le même descriptif uniquement pour servir de base de discussion.

¹¹ Hervé Péault, Denis Butlen, Documents pour la formation des PE, Angers 1995, COPIRELEM, p.11-35

¹² Marie Lise Peltier, Documents pour la formation des PE, Besançon 1997, COPIRELEM p.56-58

¹³ Soit pour étudier une séance, soit pour étudier des manuels par exemple le manuel du maître de J'apprends les maths CM1 R. Brissiaud.

Tous les cours envisagent bien sûr la distinction entre division-partage et division-groupement mais avec des développements divers et des expressions différentes.

Ces plans de formations montrent des choix quant à l'importance accordée à :

- au lien grandeurs/nombres à travers l'étude de différents problèmes liés à la division, la construction de nouveaux nombres, les questions d'approximation;
- au lien division/proportionnalité à travers l'étude de problèmes multiplicatifs ;
- aux problèmes de partage de quantités discrètes (valeurs, échanges et groupements);
- à la construction de techniques opératoires.

Plan de cours n°1. Fil conducteur : épistémologie de la division

On pourrait considérer que ce type de cours privilégie la considération des ensembles sur lesquels on effectue les divisions, la considération des résultats (quotient exact/approché, quotient euclidien et reste)

- étude de l'enseignement de la division au début du siècle (manuels, programmes) :
 - partage d'une grandeur en tant de parties égales
 - comparaison de deux grandeurs de même nature
- la question de l'ensemble de nombres qui rend compte de ces partages : quotient exact, quotient approché ($22 : 7$ est le quotient approché à l'unité près)
- la division euclidienne : introduction du terme « reste »
- raisonnement sur les écritures algébriques : D et d étant donnés il existe q et r tels que
 $0 \leq r < d$ et $D = dq + r$
 $dq \leq D < d(q+1)$ et $r = D - dq$
 $dq \leq D < (d+1)q$ et $r = D - dq$ (ne relève pas de la division euclidienne)
- étude de problèmes mettant en évidence qu'il n'y a pas un seul résultat à prendre en compte, problèmes où on cherche :
 - le diviseur
 - le reste
 - le quotient par excès
 - le quotient par défaut
 - un quotient approché.
- Etude de la conception actuelle de l'enseignement de la division, lien entre division et proportionnalité.

Plan de cours n°2. Fil conducteur : connaissances didactiques

L'accent est mis sur la construction d'une opération nouvelle comme relation entre nombres et sur la construction de l'algorithme efficace permettant de déterminer quotient et reste.

- mise en activité des étudiants sur des situations d'introduction de la division euclidienne par homologie (les PE traitent les problèmes avec des connaissances supposées d'élèves de cycle 3 ou un problème adapté à leur niveau de façon à ce qu'ils ne perçoivent pas immédiatement qu'il s'agit de division)
 - avec éventuellement transposition (une fois le problème résolu, le formateur met immédiatement la séance en perspective par l'explicitation de savoirs didactiques liés à ce qui vient d'être fait)
- étude de procédures d'élèves
 - procédures de résolution : intérêt de leur variété
 - procédures de calcul : algorithmes usuels ou moins fréquents
 - algorithmes de calcul mental
- les grandes lignes de la progression en CMI

- le passage vers le collège
- intégration de la division dans le champ des problèmes multiplicatifs.

Plan de cours n°3. fil conducteur : connaissances arithmétiques et sujets didactiques du concours

Sous une forme différente, plus orientée vers l'épreuve actuelle du concours, l'accent est mis sur les mêmes éléments que le plan précédent.

- connaissances mathématiques :
module d'arithmétique (remise à niveau ou photocopié)
exercices proposés aux concours précédents
- connaissances relatives aux situations d'enseignement de la division euclidienne au CM1 :
étude d'une situation d'introduction
étude des problèmes multiplicatifs (typologie)
étude de procédures d'élèves
la technique opératoire conventionnelle
les erreurs des élèves
- extension au CM2 : division et nombres décimaux, calcul du quotient décimal approché.

Plan de cours n°4. Fil conducteur : exemple d'un apprentissage sur une longue durée

L'accent est mis sur l'évolution des procédures des élèves sur plusieurs années et sur les situations de référence, en particulier les situations de partage.

- rappels sur la division euclidienne, types de problèmes conduisant à une division euclidienne,
- étude des programmes du cycle 1 au cycle 3
étude d'un exemple de problème traité à plusieurs niveaux : la recherche du nombre de parts :
cycle 2 : partager des collections
CE2 : du partage à la prévision de la valeur d'une part
CM1 : prévoir la valeur d'une part par le calcul (un problème au long cours)
- étude détaillée de l'étape du CM1 :
situation vécue par les PE en interdisant les procédures expertes
étude des procédures d'élèves
comment faire évoluer ces procédures : choix des paramètres
vers l'algorithme écrit
- le CM2 et la liaison avec le collège.

Quelques réactions à ces plans de cours :

Il est important de présenter aux étudiants des choix de manuels car lorsqu'ils se retrouvent dans leur classe en deuxième année, ils ont à se poser la question.

La question de la calculatrice n'est pas évoquée.

On se demande pourquoi on enseigne encore l'algorithme de la division à l'école : est-ce uniquement culturel ?

On peut avancer le point de vue de l'apprentissage d'un algorithme avec : prise de sens, perte de sens, reprise de sens.

C'est le lieu du « bidouillage » et ce « bidouillage » est fondamental.

Pour la division en elle-même, il serait important de mener le parallèle avec la racine carrée : une notion peut être étudiée sans que soit étudié l'algorithme associé.

Enfin on ne sait pas ce que l'introduction de la calculatrice va changer dans le rapport aux nombres.

ANNEXE : Questionnaire envoyé à des formateurs PE pour préparer l'atelier

Ce questionnaire a été préparé à la suite de discussions avec certains formateurs sur leurs pratiques effectives en formation initiale.

Il se peut que vous trouviez certains items trop prétentieux mais s'ils sont présents c'est qu'ils ont été mentionnés par l'un ou l'autre. A l'inverse, ce premier sondage peut avoir laissé de côté des éléments qui vous paraissent plus fondamentaux : nous vous remercions de les préciser.

Pour tenter d'éviter toute ambiguïté, nous faisons précéder chaque questionnaire d'un texte précisant les questions qui suivent : la formulation mathématique est destinée à réunir des formulations équivalentes en langage plus naturel.

Connaissances mathématiques

A) Il convient de préciser à notre niveau de quelle division il s'agit tant du point de vue de l'opération que de celui des éléments (nombre ou grandeur) qui interviennent :

Division euclidienne

- dans les entiers naturels ;
- dans un demi-groupe archimédien (c'est à dire un ensemble sur lequel on peut définir la multiplication externe par un entier, muni d'une relation d'ordre qui vérifie l'axiome d'Archimède : grandeurs mesurables discrètes ce qui conduit à une division « interne » d'une grandeur G par une grandeur g (quotient entier, reste grandeur) exemple : combien de masses m (m donnée) puis-je obtenir avec une masse M donnée ?
- dans un ensemble de grandeurs continues mais munie d'une unité u ce qui conduit à une division « externe » par un entier : $G = n.g + g'$ avec $ng < G < n(g+u)$ (quotient approché à l'unité u près, quotient grandeur, reste grandeur) cette division dépendra donc de l'unité choisie.
- dans les entiers relatifs, les anneaux euclidiens (complexes, polynômes), ce qui revient à définir une norme

Division « exacte »

- dans un corps
- dans un groupe archimédien complet (grandeurs mesurables continues) : deux divisions l'une interne (une grandeur par une grandeur : problématique de la mesure), l'autre externe (une grandeur par un nombre : par exemple le partage d'un segment en trois)
- d'une grandeur par une grandeur d'espèce différente : trois ensembles de grandeurs peuvent être mis en évidence (longueur, durée, vitesse) ou seulement deux (aire, longueur).

Le cas particulier des nombres décimaux :

La distinction n'est pas toujours explicite entre :

- Le décimal comme rationnel particulier
- Le décimal comme compte rendu « le plus complet possible » du mesurage d'une grandeur avec une unité donnée, ce qui conduit à plusieurs interprétations possibles :
 - Quotient approché du quotient exact
 - Quotient décimal et reste comme multiple d'une fraction décimale de l'unité (division euclidienne dans un ensemble de grandeurs)

Ce qui donne pour l'école :
(les grandeurs sont mesurables continues)

Dividende dans	Diviseur dans	Résultat dans
N	N^*	$N \times N$
G unité u donnée	N^*	$G \times G$
G	G^*	$N \times G$
N	N^*	D (ou Q ?)
G	N^*	G
G	G^*	D (ou R ?)
G	G'^*	G''

Pour la division euclidienne, on peut envisager plusieurs propriétés :

P1 : le quotient entier ne change pas quand on multiplie ou divise¹⁴ les deux termes d'une division par un même nombre

P2 : pour trouver le quotient lorsque le diviseur est le produit de deux facteurs, on peut diviser successivement par chacun des facteurs

P3 : quand on multiplie le dividende et le diviseur par un entier non nul, le quotient ne change pas et le reste est multiplié par cet entier

Enfin du côté des techniques opératoires conventionnelles, il en existe deux qui sont répandues et entre lesquelles il n'y a pas continuité de sens :

1. On calcule les produits partiels du diviseur par un chiffre du quotient avant d'effectuer la soustraction ;
2. On calcule les produits partiels des chiffres du dividende que l'on soustrait immédiatement au chiffre correspondant du dividende (ce qui conduit à poser des retenues supérieures à 1) ; cette dernière n'est pas mentionnée dans les manuels récents mais continue à être enseignée.

Selon le cas, on peut observer que chacune de ces composantes de l'étude mathématique des divisions est :

- Simplement évoquée si l'occasion se présente
- Laisée à l'initiative des étudiants (on leur donne les références d'un cours d'arithmétique et d'exercices corrigés)
- Traitée sur un polycopié à étudier chez soi, suivi d'exercices en cours (de type problèmes de concours : premier volet)
- Traitée au cours d'un module pris en charge par un autre collègue (ex : remise à niveau)
- Traitée dans des séances spécifiques pour préparer les séances concernant l'enseignement de la division à l'école
- Traitée dans un cours intégrant à la fois l'étude mathématique et l'enseignement de la division

Enfin, selon les formateurs, les connaissances correspondantes sont **institutionnalisées et à apprendre** ou non.

¹⁴ Dans le cas où dividende et diviseur sont tous deux multiples d'un même nombre

Questionnaire 1 : sur les connaissances mathématiques

Pouvez-vous indiquer le plus précisément possible votre position ? vous pouvez écrire oui ou non dans les cases ou renvoyer à des notes au dos de cette feuille

	De quelle façon est traitée cette composante ?	Connaissance exigée ou évoquée
Définition de la division euclidienne dans \mathbb{N}		
Les propriétés de la division euclidienne dans \mathbb{N} (mentionnez lesquelles)		
Nombres premiers		
Recherche des diviseurs		
Nombre de diviseurs		
P.G.C.D. définition, détermination		
P.P.C.M. définition, détermination		
Critères de divisibilité en base 10 (2,3,4,5,9,10)		
Technique opératoire de la division par calcul des produits partiels		
Technique opératoire « chiffre à chiffre »		
Division euclidienne dans \mathbb{Z}		
Division dans \mathbb{Q}		
Quotient décimal approché		
Autres divisions dans \mathbb{D}		
Division euclidienne dans \mathbb{N} , dans une base autre que 10		
Division dans \mathbb{R}		
Divisions dans un ensemble de grandeurs		

Connaissances liées à l'enseignement de la division

Situations servant lors de l'introduction de la division

On peut proposer à des PE des situations qui relèvent de la division sans qu'ils le prévoient ; cela les place en situation d'homologie par rapport à la situation des élèves qui abordent la division

- La course à 20 (ref. Brousseau)
- Concertum (ref. H. Péault, brochure COPIRELEM tome 4)
- Tableaux à x colonnes (ref H. Péault, colloque COPIRELEM)
- Etc.

On peut aussi leur demander l'analyse de séances proposées par les manuels ou des articles de revues professionnelles

- Le Petit Poucet (ref. Brochure COPIRELEM tome 6 p.56)
- le géant Teinok (ref. Objectif. Calcul)
- etc.

On peut proposer ou élaborer une typologie des problèmes de division, des problèmes multiplicatifs, travailler sur le « sens » de la division

Ref. Vergnaud,ERMEL, Brousseau, M.J. Perrin

On peut proposer l'étude de procédures de résolution d'un problème de division par des élèves ne connaissant pas encore cette opération (problèmes relevant de la division présentés au cycle 1, au cycle 2).

On peut analyser une suite de séances conduisant à l'élaboration avec les élèves d'une technique opératoire conventionnelle

On peut enfin envisager des exercices, des lectures ou des observations destinés à mettre en évidence certaines variables didactiques

Nous vous demandons de préciser si chacune de ces formations :

- Est proposée si l'occasion se présente (mais pas systématiquement d'une année sur l'autre)
- Fait l'objet d'une situation vécue par les PE1, par les PE2 par homologie
- Est étudiée à partir de documents issus des classes primaires (vidéos, productions d'élèves)
- Est étudiée à partir d'une expérimentation en classe observée ou menée par les PE
- Fait l'objet d'une présentation en cours
- Est étudiée en autonomie à partir d'une documentation fournie en cours

Questionnaire 2 : Connaissances didactiques

	Modalités d'étude	Les étudiants doivent les apprendre
Situations d'introduction niveau PE		
Situations d'introduction à l'école		
Typologie des problèmes		
Procédures d'élèves		
Technique		
variables didactiques		

Commentaires :

Formation des professeurs d'Ecole stagiaires (PE2)

- **Articulation de la formation PE1/PE2 à propos de l'enseignement des grandeurs et de leur mesure.**
- **Un exemple de dispositif de formation en PE2.**
- **Un exemple de gestion de module de formation en PE2.**
- **Plan d'une formation courte sur mathématiques en maternelle.**
- **Conduite d'un entretien avec un professeur stagiaire pe2 lors d'une visite dans le cadre d'un stage en responsabilité.**

**ARTICULATION DE LA FORMATION PE1/PE2 A PROPOS DE
L'ENSEIGNEMENT DES GRANDEURS ET DE LEUR MESURE**
Henri Delègue

Résumé : certaines notions mathématiques sont abordées en PE1 et font l'objet d'un retour en seconde année. Il faut alors prendre en compte les attentes nouvelles de ceux qui viennent d'être admis à un concours et se projettent dans leur futur métier. On peut ainsi utiliser le retour sur les grandeurs pour apprendre à intégrer ses connaissances mathématiques aux connaissances professionnelles, à utiliser du matériel en classe de mathématiques, à observer les élèves et à utiliser cette observation lors de la conduite d'une séance et de l'évaluation de leurs capacités et à revoir des notions étudiées pour la préparation du concours. Enfin on utilise les grandeurs, à côté des problèmes, pour construire le sens des nombres et des opérations.

CONCEVOIR EN PE2 LE RETOUR SUR UNE NOTION ETUDIEE EN PE1

En général, pour la préparation au concours (au moins pour le volet 1), les PE1 réactualisent des connaissances en matière de calculs sur les mesures de grandeurs classiques (masses, longueurs aires volumes et durées) parfois ce retour peut prendre un caractère nouveau (cf une approche minimale de la notion d'aire en PE1), mais les sujets de concours restent très classiques. Il est par ailleurs difficile en première année de travailler sur des apprentissages longs.

Il est donc souhaitable de revenir en seconde année de formation sur l'enseignement des grandeurs, ses liens avec la construction des nombres (entiers, décimaux), la proportionnalité et la division.

Envisager une formation en deuxième année nécessite qu'on tienne compte :

- de la brièveté de cette formation (nous ne reviendrons pas sur ce thème),
- des attentes des PE2 et des constats sur les compétences des jeunes professeurs,
- de nos intentions de formateurs à propos du domaine concerné (les grandeurs).

ATTENTES EXPRIMEES PAR DES PE2 POUR LEUR FORMATION INITIALE

L'analyse des attentes formulées en début d'année par ces professeurs stagiaires¹ met en évidence les préoccupations suivantes :

- L'utilisation de matériel en classe de mathématiques (par les élèves, le maître).
- L'utilisation des résultats d'une observation ou d'une évaluation sur la diversité des procédures, des capacités des élèves.
- La programmation d'une suite de séances pour un apprentissage donné.
- L'organisation de la classe et sa gestion (en particulier gestion de la durée, gestion des synthèses).

Ils expriment le décalage entre les travaux de traduction² (d'un écrit à l'autre) demandés pour le concours et la prise en compte de la globalité d'une classe qu'ils ont entrevue lors de leurs premiers stages. En ce début d'année, les cycles 1 et 2 sont ceux qui les préoccupent le plus³.

On peut croiser ces attentes et les constats établis par l'Inspection Générale en 1995 sur les effets de la formation initiale sur les compétences professionnelles des PE et ceux de l'équipe de la Didirem (D. Butlen, Les gestes professionnels des P.E. débutants, Actes du 23^{ème} colloque de la COPIRELEM, Montpellier 1997).

Ceux-ci mentionnent entre autres :

- Une mauvaise réflexion sur l'aménagement de la classe, les affichages, les contraintes matérielles.
- Une difficulté à prendre des informations sur les élèves. Une mauvaise utilisation des observations des élèves (rythmes, formulations inadaptées, mauvaise utilisation des aides pour le maître : manuels, cahiers d'évaluation)
- Centration de l'analyse a posteriori sur sa prestation et non sur les élèves.

L'étude de l'enregistrement d'une séance où les élèves ont la possibilité d'utiliser du matériel (ex : tracer un très grand rectangle dans la cour, faire un carré avec n allumettes) permet de montrer comment observer les conceptions des élèves à propos d'une notion, d'un problème. Plus précisément, cela donne l'occasion d'aborder les différents moyens dont dispose le professeur pour permettre aux élèves de s'engager dans une situation (manipulation effective, symbolique ou anticipée : cf. annexe 3). Cette séance sert de transition entre le travail écrit demandé en PE1 et la préparation d'une mise en œuvre dans une classe. L'étude des grandeurs qui suit se place donc dans ce contexte.

Comme la géométrie (en introduisant la prise en compte des compétences spatiales⁴), l'étude de l'enseignement des grandeurs permet de se placer sur un long terme et de prendre en compte des compétences qu'on n'analyse pas pour le concours faute de dispositif adapté ou de consensus minimal pour la correction.

¹ Lors de la première séance, ils doivent réaliser une préparation sur « la division en CM », à partir des problèmes soulevés et notés par un secrétaire, ils font la liste des questions professionnelles prioritaires, cette liste est négociée en section entière (voir annexe)

² Par exemple la traduction d'une attente institutionnelle en objectif, d'une analyse d'erreurs en exercices à proposer...

³ Alors que les anciens instituteurs stagiaires craignaient plus particulièrement le CM2.

⁴ M.H. Salin et R. Berthelot, thèse, Université de Bordeaux

LES INTENTIONS D'UN COURS SUR LES GRANDEURS EN PE2

Les PE2 ont déjà des éléments de pratique professionnelle et en ce qui concerne les grandeurs, ils ont en général assisté à un enseignement du système métrique : calculs sur des mesures, conversions. Ils ont très rarement vu des séances où le caractère physique des grandeurs intervenait. Ils peuvent être tentés de lire superficiellement des textes de référence et de se précipiter vers l'utilisation de nombres rendant compte de mesures. On peut voir par exemple ce qui concerne les grandeurs dans le paragraphe « des instruments pour apprendre » du programme de 1995 pour le cycle 1.

Intentions mises en évidence auprès des PE2 :

DISTINGUER PLUSIEURS SORTES D'OPERATIONS

Les opérations sur les objets	Les opérations sur les grandeurs	Les opérations sur les nombres
Comparer, tracer l'empreinte, juxtaposer, mettre en coïncidence, découper, dissocier, assembler, coller...	Comparer Additionner Compléter Soustraire Multiplier par un nombre entier Diviser en N parts égales « du point de vue de la grandeur qu'on étudie »	Il s'agit d'utiliser le travail mené avec les grandeurs pour voir différemment le domaine numérique que l'on connaît (voire pour l'étendre) <i>Les grandeurs apparaissent ainsi comme un second moyen, à côté des problèmes, pour donner du sens aux nombres et aux opérations</i>

DONNER UNE FONCTION AU TRAVAIL SUR UNE GRANDEUR

- Anticiper un effet, envisager une possibilité
- Communiquer pour obtenir un effet équivalent
- Mémoriser pour pouvoir reproduire un effet équivalent

INTRODUIRE UNE REFLEXION SUR LES DIFFICULTES DU MESURAGE

- Approximation
- Gestion du matériel
- Changement d'unité
- Vraisemblance du résultat d'une mesure, nécessité d'un système de mesure universel

UN EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT : LES GRANDEURS COMME THEME DIRECTEUR POUR L'ANNEE.

Exposé initial :

Le polycopié donné en annexe fait l'objet d'une présentation rapide en collectif : il est destiné à servir dans nos échanges ultérieurs⁵. Plutôt que d'envisager une classification des grandeurs, je propose aux PE2 d'envisager une grandeur en s'attachant progressivement à de nouvelles opérations :

1. Comme grandeur repérable (égalité, ordre),
2. Comme grandeur mesurable (addition, multiplication par un entier)
3. Comme grandeur mesurable continue (divisions, proportionnalité)

Ensuite, je demande aux PE2 de saisir toutes les occasions qui se présentent pour introduire les grandeurs dans leurs activités, soit comme objet principal de leur enseignement, soit comme support ou intermédiaire pour d'autres apprentissages en particulier en ce qui concerne les nombres et les opérations.

Selon les cycles où ils sont affectés, les PE2 sont donc amenés à élaborer des projets: dans le cadre du cours de mathématiques, deux maîtres formateurs sont présents et les PE2 élaborent leurs projets qu'ils mettent en œuvre ou proposent à leurs collègues pour expérimentation dans les classes. La présence d'acteurs « du terrain » est indispensable lors de la construction du projet pour que les difficultés de mise en œuvre soient anticipées et pour donner plus d'assurance aux PE2 pour la présentation au maître d'une classe et la gestion de la séance. Après expérimentation, un premier bilan est effectué avec un formateur pour réfléchir à des questions professionnelles

Exemple de travaux menés en cyclé 1 :

Un projet en grande section « courir pour comparer des longueurs »

Le principe élaboré par les PE est celui d'un relais dans lequel les équipes ont à parcourir des trajets de longueurs différentes (sans que cela soit mis en évidence a priori) par le biais des rotations (au sein d'une équipe puis des équipes sur les différents trajets), les élèves prennent conscience de l'inégalité des situations.

Lors du retour après une première expérimentation, le travail du groupe a porté sur les instruments (rigides ou non) à proposer aux élèves, les paramètres qui peuvent être déterminés dans la progression et dont les titulaires des classes avaient imposé certaines valeurs en vue de faciliter la gestion des groupes.

Un projet chez les moyens et les grands : utilisation de masses de références

On réalise par exemple six masses que l'on repère par des couleurs ou des lettres (ex : A,B,C,D,E,F, il n'est pas indispensable que ce soit dans l'ordre). Contrairement aux masses marquées du commerce, il faut qu'elles se présentent toutes sous le même aspect extérieur sans autre distinction que la masse : un artifice consiste à remplir des boîtes de pellicules photographiques avec des matériaux divers bien coincés avec du coton pour éviter que les élèves prennent d'autres indices que la masse. Au début on mène des activités mettant en jeu uniquement ces masses puis on introduit différents instruments. Ces masses peuvent servir à étalonner un instrument de type « allongement », à des activités d'équilibre.

⁵ les polycopiés distribués n'ont pas à être de lecture « immédiate », cela résulte d'une décision commune avec les collègues de psychologie et de français pour travailler la compréhension de textes (cf. ateliers aux colloques de la Copirelem 1998 et 1999)

Poursuite du travail après expérimentation dans les classes :

Un travail avec le groupe sur les masses a permis de poser la question de l'approximation des balances à l'équilibre. Les qualités d'un instrument sont en effet la sensibilité (montrer des effets différents pour des masses très voisines) et la fiabilité (montrer les mêmes effets pour la même masse lors de pesées successives). Les instruments utilisés à l'école ne font qu'amplifier les défauts des instruments de laboratoire, ce qui nous conduit à prendre ostensiblement en charge les problèmes.

Par ailleurs il n'existe pas deux objets de même masse, cette fois la sensibilité des balances (fondées sur l'équilibre) peut gêner la gestion des séances : on est amené à accepter que l'équilibre est pratiquement réalisé certaines fois et non réalisé à d'autres moments.

Habituellement on utilise directement des masses marquées (du système métrique) pour étalonner un instrument « allongement » ou pour utiliser une balance.

Cette pratique conduit à faire intervenir les nombres et à court-circuiter le travail sur la comparaison, l'addition et la multiplication d'une masse par un entier.

Le groupe a donc élaboré la stratégie suivante : si on doit comparer deux masses M et m , on commence par les comparer aux masses de référence en faisant à chaque fois la liste des masses qui sont plus légères .

Exemples :

- A, D, E, G, F sont les masses plus légères que M , et D, A, F, E sont les masses plus légères que m dans ce cas m est plus légère que M ;
- A, D et F sont les masses plus légères que M et A, D et F sont les masses plus légères que m , dans ce cas (comme les effets sont les mêmes) on dira que les masses M et m sont les mêmes.

D'autres sujets de réflexion abordés lors des échanges après expérimentation :

Cycle 1

- A propos des grandeurs, la liste nécessaire de compétences précises risque d'entrer en conflit avec certains constats :
 - l'élève de cycle 1 a d'abord une approche globale des objets de son environnement et des relations qui les lient,
 - dans la pratique la vue est privilégiée pour prendre des informations sur les objets, pour les petits élèves ce primat de la vue n'est pas vérifié.
- A travers par exemple la mise en place d'ateliers de comparaison de masses en maternelle, travailler sur l'ordre et donner du sens à la considération par le professeur des caractères cardinal et ordinal du nombre ;
- Concevoir un travail sur le langage : comment va-t-on exprimer qu'on s'intéresse à la masse par exemple ?

Cycle 2 :

Il existe de nombreuses séances proposées dans les sujets de concours et les PE ont eu en général l'occasion d'observer ou de conduire de telles séances, en particulier sur les longueurs. Mais il existe un consensus pour accepter des séances :

- Qui ne posent pas de véritable problème pratique aux élèves (finalité de l'évaluation de la longueur)
- Qui ne prennent pas en compte les compétences spatiales (juxtaposition de deux objets selon leur « longueur », réalisation d'un alignement, repérages d'origines, d'extrémités)
- Qui ne mentionnent jamais les compétences liées à l'action physique menée pour comparer ou mesurer et le cumul des approximations
- Qui font intervenir le plus rapidement possible les calculs portant sur des mesures dans le système métrique.

A l'opposé, c'est encore un cycle où les maîtres qui les accueillent ou leur rendent visite sont disposés à examiner positivement leurs propositions. La démarche est alors coûteuse en termes de durée de formation : ces séances ne peuvent être proposées que dans le cadre d'ateliers de pratique professionnelles avec soit la présence du formateur de mathématiques soit l'enregistrement et l'étude a posteriori à l'IUFM.

Au cours de ces co-interventions à propos de chaque projet, il est possible de revenir sur les contenus mathématiques, et aussi de souligner :

- Le lien de la comparaison de deux masses ou deux capacités avec les difficultés observées en CP lors des leçons portant dans le domaine numérique sur la relation « autant que » ;
- La compréhension du travail sur les écritures additives (leur comparaison) par le biais d'un travail sur la comparaison des longueurs de lignes brisées ;
- La comparaison avec le travail sur les problèmes additifs dans le domaine numérique
- Le sens de la multiplication des entiers au cycle 2

Cycle 3 :

c'est le cycle où le travail sur les grandeurs et leur mesure est plus fréquemment observé et demandé lors des stages, on peut en profiter pour aborder :

- la question du mesurage ;
- retour sur la division, la proportionnalité, les décimaux.

Les PE2 utilisent principalement les polycopiés suivants : la machine à partager de M.L. Peltier et C. Houdement (IREM de Rouen) et un processus d'apprentissage de la mesure des aires de M.J. Perrin et R. Douady (IREM de Paris 7)

ENVOI :

Paul : Once he made a bet with her that he could measure the weight of smoke.

Augie : You mean : weigh ! smoke !

Paul : Exactly, weigh ! smoke !

Augie : Can't do that ! It's like weighing air !

SMOKE (1995 film de P.Auster et W. Wang.)

ANNEXE 1 : POLYCOPIE DE REFERENCE ENTRE PE2 ET FORMATEURS

1. Petit lexique sur les grandeurs et leurs mesures

- LA LECTURE D'UNE MESURE : je regarde ce qu'indique un écran, une graduation où est écrit le nombre qui indique une valeur décimale approchée de la mesure et où l'étalon a pratiquement disparu ;
- L'ACTION DE MESURER (MESURAGE): j'effectue des juxtapositions et des partages d'un étalon unité pour comparer la grandeur de l'objet à mesurer et la grandeur de l'étalon *je dois alors me contenter d'intervalle d'approximation*; j'en déduis le rapport entre les deux que j'écris sous forme d'un nombre rationnel qui est encore une valeur approchée de la mesure;
- LA MESURE : nombre réel qui traduit le rapport entre la grandeur de l'objet considéré comme idéal et la grandeur d'une unité, *compte rendu le plus complet possible* de la comparaison entre l'unité et la grandeur
- GRANDEUR: ce qui est susceptible d'augmentation ou de diminution
- GRANDEUR REPERABLE: toute grandeur qui peut prendre des valeurs que l'on peut comparer du point de vue de l'égalité et de l'ordre (inégalité)
- GRANDEUR MESURABLE: toute grandeur repérable sur laquelle on peut définir une addition qui respecte l'égalité et le sens de l'inégalité
- GRANDEUR MESURABLE CONTINUE: toute grandeur mesurable que l'on peut diviser par un nombre entier quelconque.
- SYSTEME DE GRANDEURS: quand on veut distinguer la grandeur en général et la valeur particulière que prend cette grandeur sur un objet, on parle de système de grandeurs pour l'idée générale (ex: les longueurs sont un système de grandeurs repérables) et de grandeur pour la valeur prise dans un cas particulier (la longueur de ce segment)

Une grandeur mesurable continue peut donc être envisagée selon ces trois étapes : grandeur repérable, mesurable, continue.

Dans tout ce qui suit on peut remplacer grandeur par masse, durée, capacité, longueur, aire, volume ou vitesse (considérée comme grandeur première et non comme quotient).

2. L'enseignement d'une grandeur: différents aspects pour élaborer une progression entre cycles ou à un niveau donné

LES GRANDEURS COMME GRANDEURS REPERABLES

Un système de grandeurs repérables est muni

- de l'égalité,
- d'un ordre total,
- de conditions de conservation.

Les nombres peuvent jouer le rôle de repère, de numéro

Quelques questions avant de choisir des activités

observations à mener sur les objets

quels phénomènes traduisent cette grandeur?

quelles transformations la conservent?

égalité

comment se définit l'égalité ?

ordre

comment compare-t-on deux objets? trois objets? (transitivité)

LES GRANDEURS COMME GRANDEURS MESURABLES

système de grandeurs mesurables = système de grandeurs repérables...

...avec une **addition** :

- compatible avec l'ordre: $a \geq b$ si il existe une grandeur c telle que $a = b + c$;
- admettant une grandeur nulle;
- compatible avec l'égalité: si $a + x = b + x$ alors $a = b$

...et la **multiplication d'une grandeur par un entier**

- définie par l'addition réitérée;
- pour tout couple de grandeurs (a, b) , b non nul, il existe un entier n tel que $n \cdot b > a$

Quelques questions avant de choisir des activités

addition

comment la définir?

comment trouver le complément?

comparer par simplifications

multiplication

définition d'étalons

grandeurs commensurables a et b telles que $n \cdot a = p \cdot b$

division d'une grandeur par une autre grandeur du même type

comparaison par encadrements de multiples

LES GRANDEURS COMME GRANDEURS MESURABLES CONTINUES

mesure d'une grandeur a suivant une unité u

si $n.a = p.u$ (a et u commensurables) on appelle mesure de a suivant u le nombre rationnel n/p ;

si a et u ne sont pas commensurables, la mesure est un nombre réel approché par les rationnels tels que $n.a < p.u$

on a un système de grandeurs divisibles si pour tout nombre rationnel n/p , on peut trouver une grandeur de mesure n/p

on a un système de grandeurs continues si pour tout nombre réel x, on peut trouver une grandeur de mesure x.

les masses, les durées, les capacités et les grandeurs géométriques sont des systèmes de grandeurs continues

division d'une grandeur par un nombre entier

quand on a une grandeur divisible a, pour tout nombre n non nul, on peut trouver une grandeur de mesure $1/n$ avec pour unité a, on dit qu'on divise a par n. C'est une autre division (il n'y a pas de reste).

Quelques questions avant de choisir des activités

division par un nombre entier

avez -vous compris la différence entre la division d'une grandeur par une grandeur de même nature et la division d'une grandeur par un nombre? comment la définir?

recherche d'encadrements

démarches d'approximation

rapport avec l'enseignement des nombres et des opérations

étudier les rapports entre les nombres et les grandeurs pour mieux comprendre les significations d'un nombre, de l'addition, de la multiplication, des différentes divisions, de la proportionnalité

La suite de la progression s'effectue de manière plus classique en travaillant sur les mesures suivant le système légal, comme des nombres qui permettent de calculer, d'ordonner, d'évaluer une mesure, d'effectuer une prévision.

Exemple: le poids d'un récipient vide en CM (cf. Grand N n° 50)

ANNEXE 2 : EXEMPLES DES ATTENTES DES PE2 EN DEBUT D'ANNEE

Lors de la première séance après avoir simulé une préparation, les PE2 sont invités à faire état de leurs attentes en termes de formation professionnelle en mathématiques. Les maîtres formateurs qui co-interviennent ont eu auparavant le cahier des charges du PE sortant et un résumé des conclusions de l'article de D. Butlen. La mise en commun conduit au document suivant :

LES QUESTIONS PROFESSIONNELLES QUE NOUS DEVONS TRAITER

Concernant le matériel utilisé en classe :

1. *Peut - on utiliser du matériel dans le cadre de l'enseignement de la division ?*
2. *La place du matériel de manipulation, sous quelle forme et à quel moment ?*
3. *Faut - il des manipulations au cycle 3 (matériel) ?*
4. *Pour introduire la situation - problème, doit - on plutôt utiliser le tableau ou des polys ?*
5. *Utilisation de la calculatrice. Si oui, quand ?*

Concernant la prise en compte des élèves :

1. *Problème si l'enfant connaît déjà la division et que sa manière de faire est différente.*
2. *La pédagogie différenciée, à quel moment ?*
3. *Quand évaluer ? Juste après ou pas ?*
4. *Quelle évaluation finale efficace nous permettrait de dire que la division est acquise ?*
5. *Quels critères peut - on prendre en compte pour savoir si l'on peut passer à une étape supérieure de la progression ?*
6. *A quel moment l'enseignant peut envisager une différenciation pédagogique ?*
7. *Quelle évaluation peut - on envisager avant d'introduire une nouvelle notion ?*
8. *En fin de séquence, comment évaluer ? (exemple : prise en compte des données parasites modifiant le résultat, le sens mais non la technique opératoire.)*
9. *Faut - il faire une évaluation diagnostique ?*

Concernant la programmation des séances

1. *Commencer par des nombres petits pour aller aux plus grands, ou l'inverse ?*
2. *Peut - on travailler le sens et la technique de la division en même temps ?*
3. *Comment amener les savoirs visés aux enfants s'ils ne les découvrent pas par eux - mêmes ?*
4. *Comment amener la technique opératoire de la division aux enfants ?*
5. *Peut - on travailler la technique sans contexte ?*
6. *Comment introduire la difficulté (progressivement ou brutalement) ?*
7. *Doit - on toujours partir d'une situation provenant du vécu de la classe (pour les problèmes) ?*
8. *Est - ce qu'on commence par une situation - problème ou une situation progressive ?*
9. *A quel moment intégrer la technique opératoire et comment ?*
10. *Quelle progression peut - on envisager*
11. *du simple au complexe*
12. *ou grande difficulté immédiatement ?*
13. *Comment organiser les réinvestissements dans l'année ?*
14. *Comment passe - t - on de la définition de la division à la technique opératoire ?*

Concernant l'organisation de la classe

1. *Comment constituer les groupes pour la situation - problème ?*
2. *Comment gérer la classe : groupe, individuel ?*
3. *Comment le maître gère - t - il les élèves en difficulté ? (gestion de la classe).*

Concernant la gestion de la classe

1. *Un élève bloque dans sa mise en route, dans sa recherche. Que fait - on ?*
2. *Comment gérer toutes les procédures des élèves pour la correction ?*
3. *Comment gérer la mise en commun ?*

ANNEXE 3 :

UN EXEMPLE DE DOCUMENT ETABLI EN REponse AUX PREMIERES QUESTIONS PORTANT SUR LE MATERIEL

Dès le début de l'année, certaines de ces questions professionnelles sont étudiées pour servir de référence. Par exemple sous forme d'exposés de pratiques professionnelles par les maîtres formateurs et d'un document. Comme le photocopié sur les grandeurs, il s'agit d'un support pour nos échanges entre formateurs (professeurs et maîtres formateurs) et avec les PE dans le cadre des séances de mathématiques (co-interventions).

Les fonctions et la gestion des manipulations en mathématiques

L'utilisation d'objets physiques peut avoir deux fonctions: celle de maquette du monde réel base du processus de modélisation(référence) et celle d'image de l'objet mathématique que l'on veut enseigner(élaboration de représentations). Selon l'une ou l'autre de ces fonctions, la gestion et l'exploitation des manipulations menées sur ces objets seront différentes. Par manipulation, on entend d'abord une manipulation réelle, mais par suite l'élève peut lui substituer la manipulation de dessins ou de symboles représentant les objets.

La fonction "monde réel" exemple type : les allumettes, le très grand rectangle

On la rencontre à propos d'une situation concrète, construite par le maître pour que les élèves soient conduits, pour la résoudre, à utiliser leurs connaissances mathématiques ou à en élaborer de nouvelles (situation problème, problèmes de recherche).

Dans ce cas le matériel a vocation à disparaître puisque le modèle que l'on construit est destiné à faire face à toutes les situations: l'élève qui est sûr de son raisonnement mathématique n'a pas besoin de le contrôler par une manipulation .

On va donc trouver une première manipulation très élémentaire du matériel lors de l'étape de familiarisation avec le problème posé: dans cette situation, le problème se pose et se résout avec le matériel, les mathématiques sont très peu utiles dans cette étape. Le rôle du professeur est d'accompagner la structuration de la formulation par l'élève de ce qu'il fait et de ce qu'il observe.

Lorsqu'un nouveau problème survient, la manipulation peut servir après résolution sur papier pour contrôler la validité de telle ou telle solution ou pour aider l'élève à la formuler. Plus l'élève est sûr de lui et plus cette manipulation "après-coup" devient inutile: l'élève devra retenir le modèle de résolution sous la forme que lui indiquera le maître pour qu'il puisse la communiquer ou la retrouver dans des documents.

Tableau 1 : lorsque les manipulations doivent : créer chez l'élève une expérience pratique de résolution de problèmes réels simples; permettre l'accès au sens de la notion qu'il apprend; permettre son contrôle lorsqu'elle est en cours d'acquisition.	
choix des situations et du matériel	<p>Peu de contraintes, ce sont surtout les variations qui seront utilisées pour poser le problème</p> <p>Les situations sont liées au monde réel dans lequel l'élève et le professeur vivent;</p> <p>Le matériel doit être adapté à des expérimentations dont la vérification peut être effectuée par l'élève.(attention au matériel trop sophistiqué)</p>
place de la manipulation effective	<p>surtout avant l'introduction du modèle mathématique;</p> <p>puis uniquement en situation de contrôle et pour les élèves qui en ont besoin c'est à dire dont les connaissances sont encore insuffisantes pour exercer un autre contrôle.</p>
Travail sur la formulation en liaison avec la manipulation	<p>Il se fait à la fin de la phase d'appropriation pour centrer l'observation de l'élève, puis en accompagnant la présentation d'une solution du nouveau problème. On peut le retrouver comme rappel dans des situations de transfert.</p>

La fonction "élaboration de représentations mentales" (exemple type : les abaques, les compteurs)

Il est banal de dire que les mathématiques sont des modèles abstraits de résolution de problèmes, il faut cependant prendre toute la dimension de cette affirmation. L'utilisation d'un modèle abstrait (le nombre quatre par exemple) nécessite qu'on le distingue de ses différents représentants (le chiffre 4, la constellation du dé, quatre bâtonnets, 2×2 , $3+1$,...). Une particularité des mathématiques est justement de proposer des représentants de différentes natures pour un même objet, tous ces représentants s'associant à des objets concrets: j'y intègre les objets symboliques que sont les écritures, les chiffres et les schémas.

Le processus que l'on cherche alors à créer est celui de l'évocation: l'action sur des objets "matériels" sert à comprendre et retenir l'action correspondante sur les objets mathématiques.

Ce qui est en jeu est donc l'articulation entre diverses représentations. Or souvent, on fait l'économie de cette articulation pour ne fonctionner que dans un système de représentation : c'est le cas quand on ne travaille la proportionnalité que sur des tableaux ou la règle de trois. L'élève se construit alors des systèmes cloisonnés de représentations mentales.

La conception d'un apprentissage long devra donc comprendre le choix de telles situations.

Choix du matériel et des contraintes:

- le matériel doit obéir à des règles d'utilisation bien définies qui permettent de vérifier physiquement la validité du résultat : il doit donc être organisé en fonction de la correspondance à établir entre les opérations physiques et les opérations symboliques ;
- les opérations effectuées sur le matériel doivent correspondre aux opérations intellectuelles menées sur les objets mathématiques, la formulation avec les élèves de ces opérations est fondamentale
- le matériel doit permettre une représentation analogique (dessin, schéma) qui permette de se dégager progressivement des manipulations physiques .

Tableau 2 : situations où les manipulations doivent permettre l'élaboration de représentations, l'articulation entre ces représentations et les algorithmes	
choix des situations et du matériel	<p>Quelques situations de référence choisies pour leur facilité à être représentées et permettant d'évoquer des transferts.</p> <p>Matériel et contraintes que le professeur peut facilement faire évoluer pour poser différents problèmes</p>
place de la manipulation effective	<p>lors de l'appropriation puis tout au long de l'élaboration de l'algorithme, en parallèle avec d'autres systèmes de représentation.</p> <p>En situation de rappel pour certains élèves.</p>
Travail sur la formulation en liaison avec la manipulation	<p>Elle prend place dès le début de la situation.</p> <p>Elle est « orchestrée » par le professeur pour rappeler les règles de fonctionnement du matériel et pour insister sur les opérations menées.</p> <p>Elle est utilisée comme contrôle par l'élève à titre individuel</p>

Conclusion

Lors de l'élaboration d'une progression, deux choix sont importants à effectuer:

- quelles situations de modélisation va-t-on proposer?
- quelle fonction va-t-on attribuer à chacune des manipulations?

Un exemple de dispositif de formation en PE2

Jean-Luc Millet

1. Historique

1.1. Conditions du concours PE1 à Limoges

L'élaboration du sujet du concours échappe aux formateurs de l'IUFM. Un formateur peut être convoqué pour la partie mathématique (par exemple) mais pas pour la totalité du sujet.

- Réponses des formateurs

Dans l'obligation de traiter la "totalité" du programme de l'école élémentaire et sous la pression des PE1 qui comparaient ce qui se faisait dans chaque groupe à propos de la didactique, les formateurs ont mis au point un système de "valises tournantes" : chaque formateur prépare des thèmes qu'il présente dans chaque groupe de stagiaires.

1.2. Constat d'insatisfaction en PE2

Les premières années, en PE2 chaque formateur reprenait un groupe de stagiaires. Sous la pression des stagiaires, qui voulaient plus de pratique et moins de théorie, les formateurs avaient tendance à se décharger d'une partie de leurs tâches sur les IMF ; présents lors de certaines séances de formation, surtout lorsque les stagiaires préparaient des séances qu'ils réalisaient dans leurs classes¹. Pour ma part, j'avais l'impression d'enseigner des savoirs nouveaux (savoirs professionnels) en faisant difficilement le lien avec les savoirs didactiques enseignés en première année.

1.3. Travail de Portugais²

Dans son travail de recherche sur la formation des enseignants du premier degré, J.Portugais propose un dispositif de formation à (et par) la didactique s'appuyant sur la conception, la réalisation et l'analyse de situations didactiques. Il distingue trois types de savoirs suivant le système dans lequel est le professeur stagiaire : savoir mathématique (S1) et savoir d'expérience (S3) dans le système didactique de classe, savoir didactique (S2) dans le système didactique de formation. L'ingénierie proposée a pour but d'amener le stagiaire à prendre en compte des éléments d'analyses préalables (S2) pour élaborer des savoirs d'expérience (travail de l'erreur de l'élève en situation didactique de classe)³. Limité aux opérations arithmétiques élémentaires (en fait à la division euclidienne pour le travail effectif dans la classe) et au travail sur les erreurs des élèves, le dispositif de portugais ne peut pas être transposé tel quel en PE2.

1.4. Temps didactique de formation

A l'intérieur de "compléments de polyvalence et didactique", 58 heures sont consacrées aux mathématiques. Dans ces conditions, il est impossible que chaque stagiaire soit confronté à toutes les tâches d'enseignement à propos de toutes les notions des programmes et de tous les niveaux d'enseignement. L'idée est de créer des groupes de stagiaires ; chaque groupe étant responsable d'un thème donné.

¹Cela marche très bien en français

² Portugais J. (1992), Didactique des mathématiques et formation des enseignants. Peter Lang

³Une situation fondamentale pour une formation à la didactique semble être le travail sur les erreurs des élèves en situation didactique de classe.

2. Mise en regard des dispositifs de Portugais et de Limoges :

Dispositif Portugais

→ Séminaire sur les quatre opérations arithmétiques

- Questionnaire (à propos des erreurs des élèves)
- Débat en plénière

→ Séquence 1 :

- Conception (analyse a priori)
- Réalisation
- Analyse (a posteriori)
- Entretien (éventuellement)

Séquence 2

Séquence 3

→ Support utilisé pour la recherche : Chaque stagiaire tiend un cahier de bord comportant :

- Les préparations des trois séquences didactiques : description et analyse des tâches présentées, décisions didactiques (organisation, démarche, moyens d'enseignement, stratégies ...)
- Les protocoles des trois séquences (transcrits par un pair)
- Les analyses des trois protocoles comportant le découpage de chaque protocole en épisodes, l'analyse détaillée des épisodes pertinents.
- Une comparaison entre les trois protocoles
- La préparation d'une quatrième séquence (non réalisée)
- Un bilan personnel
- En annexe : brouillons de préparation, fiches d'élèves, protocoles annotés, références.

Dispositif Limoges

Un travail "théorique" sur les erreurs des élèves a été fait en première année, il reste à provoquer un travail effectif en situation didactique de classe (élaboration de S3 à partir de S2).

→ Initialisation de chaque dossier en plénière :

- en "ramenant" et en complétant des documents distribués en première année et/ou
- en créant une situation didactique de formation spécifique (par exemple pour le dossier "mathématiques en maternelle"). D'autres séminaires (bilans intermédiaires ...) sont faits sous la responsabilité des stagiaires.

→ A propos de chaque dossier,

- les groupes de stagiaires conçoivent, réalisent et analysent au moins une séance dans la classe⁴ (pour certains dossiers le formateur impose plusieurs séances qui se suivent). Chaque séance, filmée et observée par des stagiaires (travaillant éventuellement dans d'autres dossiers), donne lieu à un compte rendu oral et écrit.

- Les stagiaires "alimentent" les dossiers avec des situations didactiques vécues dans leurs classes lors des stages.

→ Chaque stagiaire tiend :

- un classeur pour les classes,
- un classeur pour l'IUFM.

Chaque groupe de stagiaires tiend un classeur à propos d'un thème.

⁴Sous des contraintes imposées par le formateur

3. Contrat de formation passé avec les stagiaires

Volume horaire : 58 h

(une séquence comporte une ou plusieurs séances, chaque séance dure en général 3 h)

Contenu de chaque séquence de formation :

- Gestion du quotidien
- Etudes didactiques

Matériel :

Individuel (pour chaque élève professeur) :

- Classeur (ou cahier) pour les classes
- Classeur pour l'IUFM

Par groupes :

Classeurs sur des thèmes particuliers (dossiers)

Dossiers :

Groupes (de 5 ou 6 élèves professeurs)

- 1 Mathématiques en maternelle (cycle 1 et grande section)
- 2 Apprentissages numériques au CP
Numération..... Epistémologie
- 3 Résolution de problèmes..... Organiser un défi en maths
- 4 Addition et soustraction (dans N)
- 5 Multiplication et divisions (dans N)
- 6 Géométrie
- 7 Mesures de grandeurs
- 8 Relations numériques..... Projet météo
Décimaux

.....
Remarque : les groupes responsables des dossiers "soustraction" et "résolution de problèmes" seront associés à une "recherche action" menée par le formateur et des collègues instituteurs maîtres formateurs..

Contenu de chaque dossier (à titre indicatif) :

- Programmes et instructions
- Référentiels d'objectifs
- Progressions répartitions
- Activités (situations problèmes)
- Exercices d'entraînement
- Problèmes de réinvestissements
- Evaluations / Remédiations
- Exemples de séquences
avec comptes rendus des séances réalisées
- Jeux mathématiques
- Activités de résolution de problèmes (spécifiques au thème)
- Calcul mental, rapide réfléchi
- Matériel
- Bibliographie avec étude critique de manuels

Contenus d'une séquence de formation :

- Questions (écrites) des élèves professeurs
- Préparation et/ou réalisation de séances dans les classes
- Comptes rendus de travaux ou de réalisations de séances dans les classes
- Etudes didactiques
- Travail sur dossiers
- Réponses aux questions - Questions mises à l'étude

Séquences de la première période :

- Mathématiques en maternelle
- Initialisation des dossiers
- Mathématiques au CP (et au CE1)
- Résolution de problèmes

4. Séances de formation réalisées au premier trimestre 98/99

	Date durée	Contenus
Séance 1	15/09 2h	- Contrat de formation. - Repérage des compétences numériques en fin de grande section de maternelle. - Initialisation d'un référentiel d'activités sur les apprentissages numériques en maternelle.
Séance 2	18/09 3h	- Référentiel d'activités (suite) / référentiel d'objectifs - Analyse a priori d'activités (les "wagons en Albi" ...)
Séance 3	25/09 3h	- Chaque groupe de stagiaires prévoit une séance didactique de classe relative à son dossier. - Mise au point d'un format commun de préparation de séance.
Séance 4	02/10 3h	- Livres à compter / cahiers de nombres - Réalisation, observation et compte rendu de la séance sur la résolution de problèmes en CE1.
Séance 5	06/10 2h	- Reprise des situations didactiques de classe élaborées le 25/09 : les situations effectivement réalisées à propos de la soustraction et de la division (euclidienne) au CM1. - A propos de calcul mental rapide et réfléchi : rituel et analyse d'une situation. - Commandes pour le stage de pratique accompagnée.

STAGE DE PRATIQUE ACCOMPAGNEE

Séance 6	06/11 3h	- Observation et analyse (a priori et a posteriori) de situations didactiques de classe réalisées par des maîtres formateurs. - Etude des progressions annuelles des maîtres formateurs.
Séance 7	10/11 2h	- Comptes rendus des séances observées le 06/11. - Dossier "soustraction" : le point sur la recherche. - Attentes des stagiaires. Rappel de la commande passée le 06/10.
Séance 8	13/11 3h	- Travail sur dossiers : documents distribués en PE1, séances réalisées lors du stage de pratique accompagnée, autres documents en géométrie (en réponse à des questions de stagiaires). - Préparation du stage en responsabilité.

5. Descriptif de quelques séances de formation

(étudiées au colloque de Tarbes)

Séance 1 et 2 (mathématiques en maternelle) :

Descriptif : Après avoir repéré les connaissances numériques évaluées lors d'une séance filmée en grande section⁵, les stagiaires complètent un référentiel d'objectifs (annexe 1), initialisent un référentiel d'activités (annexe 2) et mènent une analyse a priori et a posteriori d'une activité.

Ces séances sont l'occasion pour le formateur de réintroduire des notions didactiques : notions générales (dialectique outil/objet, variables didactiques, compétences et objectifs ...) et notions spécifiques (fonctions du nombre, compter / dénombrer, ...)

Séance 3 :

Descriptif : Chaque groupe de stagiaires prévoit une séance didactique de classe à propos du dossier dont il est responsable. L'objectif étant de se mettre d'accord sur un format de préparation commun (annexe 3).

Séance 4 :

Descriptif : A propos de la fabrication de cahiers de nombres à l'école maternelle, les élèves professeurs prévoient une organisation matérielle et une gestion (progression).

Le groupe chargé du dossier « résolution de problèmes » réalise la séance didactique de classe préparée lors de la séance de formation précédente et fait un compte rendu oral de ses observations.

Séance 6

Initialisation des dossiers « maths au CP » et « soustraction »

Le « milieu » de cette situation de formation comprend :

- Une classe de CP et une classe de CE1,
- les collègues IMF titulaires des classes,
- les progressions annuelles des maîtres,
- les situations didactiques de classe prévues par les maîtres.

Pour le CP, la situation didactique de classe est celle des « maisons » : les élèves disposent de carrés (de couleurs différentes) et de triangles (de couleurs différentes), ils doivent élaborer le plus de maisons possibles toutes différentes puis trouver un moyen pour être certains de les avoir trouvées toutes.

Pour le CE1, il s'agit de la première séance sur « avancer / reculer sur la droite numérique ».

Le descriptif du déroulement de la situation de formation est donné ci-dessous :

MATHS AU CP

Séance à Jean Zay en collaboration avec J-L Nony (IMF)
11h30

Le 06/11/98 de 8h30 à

Déroulement

⁵Comptine - comptons

Elèves (dans la classe)

8h30
Avec Jean Louis (30 minutes) : démarrage de la journée et initialisation d'une activité.

9h
Quatre stagiaires rejoignent la classe : Le maître les prépare à gérer la suite de l'activité.

9h15
Activité gérée par les stagiaires.

10h
Récréation

10h30
Le maître gère la séance.
12 stagiaires observent et filment la séance.

Stagiaires (dans la salle réunion)

8h30
Un groupe de 23 stagiaires avec un formateur. Les professeurs stagiaires prévoient des questions à propos de la progression répartition du maître.

9h15
Le maître rejoint les stagiaires et répond aux questions.
Préparation du déroulement de la séance "les maisons".

10h
Pause

10h30
Onze stagiaires prévoient ce qui risque de se passer , les décisions que devra prendre le maître et les séances suivantes.

11h15
Début de synthèse : confrontation de ce qui était prévisible et de ce qui s'est effectivement passé.

SOUSTRACTION

Séance à Jean Zay en collaboration avec C. Nony (IMF)
11h30

Le 06/11/98 de 8h30 à

Déroulement

Elèves (dans la salle de classe)

8h30
Avec Martine⁶ : démarrage de la journée et initialisation d'une activité.

10h
Récréation

10h30
La maîtresse gère la séance. 12 stagiaires observent et filment la séance.

Stagiaires (à la BCD)

8h30
Un groupe de stagiaires avec un formateur et la maîtresse. Les professeurs stagiaires prévoient des questions à propos de la progression répartition de la maîtresse. La maîtresse répond aux questions. Préparation du déroulement de la séance "avancer - reculer sur la droite numérique".

10h
Pause

10h30
Onze stagiaires prévoient ce qui risque de se passer , les décisions que devra prendre la maîtresse et les séances suivantes.

11h15
Début de synthèse : confrontation de ce qui était prévisible et de ce qui s'est effectivement passé.

⁶Maîtresse assurant la décharge.

	Activités logiques					Quantité			Espace-Temps										
	Algorithmes		Classifications		Sérialisations		Relations		Approche du nb		Mésure		Formes		Espace		Temps		
	<ul style="list-style-type: none"> repérer, isoler identifier (une séquence) 		<ul style="list-style-type: none"> critères attributs propriétés d'un objet 		<ul style="list-style-type: none"> le plus petit, le plus grand le premier, le dernier ... 		<ul style="list-style-type: none"> critères de mise en relation les ensembles mis en relation 		<ul style="list-style-type: none"> comptage dénombrer utiliser les nombres pour : comparer des collections garder la mémoire d'une quantité, créer une collection de cardinal donné garder la mémoire d'un rang anticiper, partager, distribuer vérifier, contrôler 		<ul style="list-style-type: none"> connaître le vocabulaire (un peu, beaucoup, assez) 		<ul style="list-style-type: none"> rond, carré, triangle, cube, boule 		<ul style="list-style-type: none"> intérieur, extérieur ; dedans, dehors fermé, ouvert haut, bas droite, gauche dessus, dessous devant, derrière près, loin ... 		<ul style="list-style-type: none"> vocabulaire (avant, après, en même temps, pendant... ; hier, aujourd'hui, demain, avant-hier...) chronologie : <ul style="list-style-type: none"> découpage du temps (passé, présent, futur) outils (calendriers, horloges...) durée : <ul style="list-style-type: none"> simultanéité retrouver une chronologie (ordonner des images...) comparer des durées utiliser des outils de mesure du temps vivre la simultanéité d'actions d'événements 		
Agir réaliser manipuler ...	<ul style="list-style-type: none"> reproduire continuer créer (construire) corriger mémoriser 	<ul style="list-style-type: none"> comparer continuer réaliser corriger mémoriser (un classement) 	<ul style="list-style-type: none"> comparer ranger continuer, intercaler (insérer) reproduire corriger mémoriser 	<ul style="list-style-type: none"> appariement mettre en relation 	<ul style="list-style-type: none"> compter, dénombrer utiliser les nombres pour : comparer des collections garder la mémoire d'une quantité, créer une collection de cardinal donné garder la mémoire d'un rang anticiper, partager, distribuer vérifier, contrôler 	<ul style="list-style-type: none"> comparer des grandeurs continues (classer, ranger) utiliser une mesure de référence 	<ul style="list-style-type: none"> utiliser des formes de l'espace et du plan pour réaliser des configurations compléter par symétrie reproduire un tracé (sur quadrillage...) 	<ul style="list-style-type: none"> reproduire un tracé sur quadrillage (se) situer, (se) repérer, (se) déplacer (par rapport à soi ou avec décentration) 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin
Formuler explicitement représenter coder ...	<ul style="list-style-type: none"> décrire 	<ul style="list-style-type: none"> représenter, coder décrire <ul style="list-style-type: none"> un objet un classement 	<ul style="list-style-type: none"> explicitement coder 	<ul style="list-style-type: none"> explicitement coder (flèches...) tableaux à double entrée (organiser l'information) 	<ul style="list-style-type: none"> lire et écrire des nombres pour : décrire un rangement (ordinal) garder la mémoire d'une quantité (cardinal) 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter, coder, décoder un chemin 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	<ul style="list-style-type: none"> décrire, représenter décrire pour reconnaître décrire pour reproduire 	

Activités	Objectifs	Connaître la comptine	Comparer des collections	Mémoriser des quantités Créer une collection de cardinal donné	Calculer (anticiper...)	Lire, écrire des nombres
Comptines • Comptines numériques • Jeux de doigts • Jeux dansés • Jeux en motricité		Comptines • mémorisation • reprise de la comptine • comptine "à trous" • comptine à l'envers	Comparer des collections • Nombre de jours différent selon les mois • Nombre de "jours d'école" différent selon les mois • Nombre de jours et nombre de nuits pour arriver à une date précise Collections de garçons et de filles	Tous les jeux consistant : • à créer une collection (ensemble de joueurs, par ex.) • à désigner un joueur ordinal : le 8ème cardinal : 8 • Nombre de jours restant pour... • Nombre de jours utilisés pour...	Calculer (anticiper...) Calculer par comparaison • décompter ou • surcompter	
Calendrier		Comptine jusqu'à 31	Le nombre d'enfants par rapport au nombre de places disponibles dans l'atelier Le nombre de blouses par rapport au nombre d'enfants ...etc...	Se souvenir d'une consigne numérique de la matresse Se souvenir du nombre d'enfants : • présents • ayant déjà pratiqué une activité • n'ayant jamais pratiqué	Calculer par comparaison • décompter ou • surcompter	Ecrire les dates, les activités, les anniversaires
L'appel • Présences • Absences		Comptage garçons et filles (Total des présents, des absents : • sur un jour • sur un mois)	Le nombre d'enfants par rapport au nombre de places disponibles dans l'atelier Le nombre de blouses par rapport au nombre d'enfants ...etc...	Mémorisation par rapport à l'activité Organisation ou réorganisation d'ateliers Tableau de présences	Calculer par comparaison • décompter ou • surcompter	• Pour garder la mémoire de... • Pour garder la trace d'une situation vécue
Ateliers (Organisation matérielle, organisation de "plannings") Travail manuel Motricité			Elaboration d'une collection de référence et comparaison Cette collection peut être fixe ou variable Rangements divers : cuisine, motricité, jeux...	Mémoriser ce que l'on peut utiliser, ce qui manque Préparation d'un matériel nécessaire à une réalisation	Répartitions, formations de groupes adaptés à la demande ou à la nécessité Prévisions Anticipation	Utilisation de tableaux et tableaux à double entrée Repérages Listes
Rangements Tris "Gestion du stock" "Coin marchand" (Coin "cuisine", bibliothèque, jeux etc...) Coin "marchand"			Elaboration d'une collection de référence et comparaison Cette collection peut être fixe ou variable Rangements divers : cuisine, motricité, jeux...	Mémoriser ce que l'on peut utiliser, ce qui manque Préparation d'un matériel nécessaire à une réalisation	Répartitions	
Coin "cuisine" Recettes			Comparaison de prix, de l'offre et de la demande	Jeux des achats : • sur place • à distance Jeux des commandes (achat différé)	Echanges Paiement Partages	Utilisation de monnaie Fabrication d'une monnaie propre à la classe Lecture d'étiquettes, vraies ou fabriquées Repérage du poids sur emballages par ex. Création de ses propres unités de prix Commandes
Partages • du goûter (découpage en tranches du pain, en morceaux) • d'un gâteau • de bonbons			Comparer la liste des ingrédients avec : • ce que l'on a déjà • ce dont on a besoin Comparer : les quantités • les prix • les poids	Mémoriser pour une réécriture Mémoriser pour gérer les apports des enfants Qui apporte quoi ?	Calculer • pour évaluer ce qui manque • pour compléter une quantité désirée Peser (ce peut être par simple comparaison) Calculer pour réaliser plusieurs gâteaux Vérifier	Etablir des listes de besoins, d'achats... Ecrire les quantités à utiliser... Comparer : les prix • les poids

<p>Gestion des achats :</p> <ul style="list-style-type: none"> · d'un goûter · d'un repas 		Prévoir les besoins	<p>La douzaine (œufs, bouteilles) Groupement par 4 (yaourts, jus de fruits) Groupement par 6 (petits suisses, yaourts, tomates, pommes) Autres groupements (petites parts de fromage, par ex...)</p>		
<p>Jeux :</p> <ul style="list-style-type: none"> · À déplacements (chevaux, jeu de l'oie, damiers...) · À complotage, échanges, comparaisons (jeux de banque, loto, dominos, cartes, loterie...) · Moteurs : <ul style="list-style-type: none"> · rassemblement d'enfants (les poissons et le filet, le loup dans la bergerie, chaises musicales) · rassemblement d'objets : (jeu du trésor, jeu des machines "qui vident", "qui remplissent" ...etc...) 					
<p>Création d'une ludothèque :</p> <ul style="list-style-type: none"> · Jeux existants · Jeux créés 					
<p>Création d'un "cahier à compter"</p>					

Annexe3 : Format des fiches de préparations de séances

La première page pourrait comporter :

Titre

- Cycle et classe
- Objectif général et/ou objectif du maître. Si l'objectif ne le précise pas, indiquer le type de séance (introduction d'une nouvelle notion, entraînement, ...)
- Objectifs spécifiques de la séance (avec analyse de la tâche si elle est complexe).
- Descriptif de la séance.
- Matériel.
- Variables didactiques.

Une deuxième page pourrait faire état du déroulement prévu :

Phases Durées et modes de regroupement des élèves	Consignes spécifiques contenu (ce que fait le professeur, ce que font les élèves)	Observations remarques

Les intitulés des rubriques sont assez ambigus pour laisser un espace de liberté aux professeurs stagiaires. C'est lors des communications des séances, via les dossiers, que les élèves professeurs seront amenés à être plus explicites.

UN EXEMPLE DE GESTION DE MODULE DE FORMATION EN P.E 2

Pierre Delhaye

Raisons qui ont procédé au choix du fonctionnement actuel

Lors de ma première année en tant que P.I.U.F.M, la formation disciplinaire mathématique était éclatée en trois modules animés par des formateurs différents et sans liaisons véritables entre eux. Cela a entraîné un non investissement à moyen terme des stagiaires.

L'année suivante, chaque groupe de stagiaires avait un unique formateur. Quelque soit le type de stratégie de formation que j'utilisais, la majorité des stagiaires était laxiste : ils s'impliquaient peu dans les séances, faisaient peu d'essais en classe et leurs analyses a priori et a posteriori (demandées pour l'évaluation du module) étaient particulièrement pauvres.

J'ai constaté lors de mon arrivée à l'I.U.F.M l'absence de relations entre la formation disciplinaire mathématiques et les I.M.F alors qu'il y avait une demande de leur part.

L'analyse de pratiques professionnelles n'avait aucune place explicite dans le dispositif de formation.

Quelques éléments du cadre de la formation des P.E.2

90% des P.E.2 ont été P.E.1. Les contenus du programme de formation à la didactique des mathématiques sont :

- la multiplication,
- la division,
- la proportionnalité.

Chaque groupe de stagiaires (entre 30 et 35) a 13 séances de formation disciplinaire mathématique de 3 heures chacune.

Éventuellement, dans le module de formation « maternelle », chaque groupe aura une séance de trois heures consacrée à la construction de l'espace avec un P.I.U.F.M « mathématique » et parfois un I.M.F ou un D.E.A. Ce thème est traité d'un point de vue interdisciplinaire. L'existence ou non de cette séance n'est pas connue au début de l'année.

Chaque stagiaire effectue, en début d'année, un stage filé constitué de 6 matinées et un stage de pratique accompagnée de deux semaines complètes dans la classe d'un I.M.F.

Les P.E.2 ont deux périodes de stage en responsabilité de quatre semaines chacune, la première au mois de janvier et la seconde en avril et mai.

Certains stagiaires (mais pas tous) auront la possibilité d'avoir une séance « mathématique » au sein de chaque module de préparation de stage (décembre et avril). Ces séances ne sont programmées définitivement que deux semaines avant leur déroulement.

La formation continue en mathématiques des Professeurs d'Ecole est quasi inexistante.

Buts du dispositif choisi

- Impliquer les stagiaires dans la formation :
 - implication dans les relations humaines avec les autres stagiaires, avec les I.M.F, avec le formateur;
 - implication professionnelle par l'analyse de travaux effectués en classe, par leur analyse, par des études théoriques.
- Faire expliciter des relations entre « Théorie » et « Pratique ».
- Permettre aux stagiaires d'avoir une connaissance étendue de l'enseignement des mathématiques à l'école.

Modalités de fonctionnement du module de formation

Les cinq premières séances sont entièrement prises en charge par le formateur :

- La première est centrée sur l'accueil des stagiaires, l'expression de leurs attentes et la négociation des modalités de fonctionnement du module. La dernière partie est consacrée au début de la formation sur un des deux thèmes qui paraissent prioritaire dans le centre : « numération » et « espace et géométrie ».
- La formation sur ces deux thèmes se poursuit pendant les quatre séances suivantes.
- Les huit dernières séances sont prises en charge chacune par un groupe de stagiaires et le formateur. Chaque groupe traite un thème qu'il a choisi lors de la première ou deuxième séance. Le traitement s'opère sous différentes formes : situation-problème pour stagiaires, exposé court, analyse de séances réalisées chez les I.M.F (filmées si possible), débat, etc

Concernant ces dernières séances, chaque groupe de stagiaires :

- prépare son intervention :
 - avec l'aide des I.M.F pendant et après le stage filé (expérimentation, vidéo),
 - avec l'aide du formateur (une ou deux rencontres de une à deux heures chacune),
 - seul ;
- gère la séance. Les critères de réussite explicités par le formateur sont : les stagiaires sont actifs, les informations sont pertinentes et cohérentes, les supports de travail sont pertinents aux buts visés, la stratégie est cohérente et pertinente aux objectifs visés ;
- élabore un dossier qui sera communiqué par la suite aux stagiaires.

Quant au formateur, avant la séance, il aide :

- à l'explicitation d'une problématique de traitement du thème choisi ;
- à la recherche de référents bibliographiques ;
- à l'explicitation de référents théoriques ;
- à la définition de la stratégie d'intervention ;
- en répondant à toutes les demandes qui lui sont faites.

Pendant la séance, il :

- régule la gestion de celle-ci, si besoin est ;
- provoque des questions ;
- fait des compléments.

Après la séance, il s'entretient avec le groupe a propos de leur prestation et évalue le dossier.

Remarques

Il n'y a aucune relation entre le choix du thème traité et le choix du thème du mémoire pour ceux qui en font un sur l'apprentissage des mathématiques.

Les critères suivant semblent intervenir dans le choix des thèmes : affinité entre stagiaires, niveau d'enseignement pendant le stage filé, thème traité dans le dossier professionnel de l'épreuve d'entretien (très rare).

L'évaluation de la séance n'est que très rarement effectuée avec le grand groupe par manque de temps.

Les stagiaires n'ont jamais remis en cause ce fonctionnement alors qu'il l'ont fait pour des modules dans lesquels les formateurs leur semblaient intervenir de manière trop directive. Ils ont alors demandé des modalités proche des nôtres. J'y vois différentes raisons :

- Les P.E.2 ont, à la fin de la formation de 40 heures, abordés la grande diversité des apprentissage mathématiques de la maternelle au cours moyen.
- Ils ont des exemples de séances aboutis ou non et des références contenus dans les notes prises et les dossiers.
- Ils se sentent plus à même de transposer ce qu'ils ont acquis lors du traitement de leur thème dans ceux qu'ils auront à enseigner (selon leur dire).

De façon générale, j'ai l'impression que ce type de formation est plus performante que les précédentes. Cependant, les stagiaires qui ont des relations affectives très négatives avec l'enseignement des mathématiques ou avec leurs camarades semblent peu évoluer.

Les améliorations suivantes sont envisagées :

- présence du formateur dans certaines classes pendant le stage filé ;
- présence et intervention d'I.M.F pendant les séances de formation ;
- déroulement d'un module vidéo avant la formation mathématiques, ce qui permettrait à tous de pouvoir enregistrer leurs séances durant le stage filé ;
- unification des stratégies de formation entre les P.I.U.F.M mathématiques ;
- traitement de moins de thèmes, certains seraient partagés entre différents groupes ;
- lecture par tous les stagiaires de textes théoriques ou autres types de documents avant la séance ;
- ...

Annexe : listes des thèmes choisis par trois groupes

1997-98 Le jeu en mathématiques L'addition au C.P et C.E.1 La soustraction au C.P et C.E.1 La géométrie au C.P La géométrie au C.E.1 Résolution de problèmes au C.P et C.E.1 Mesure et grandeur Calcul mental et calcul réfléchi Les utilisations de la calculette	1998-99 GroupeA Fractions et décimaux Les situations-problèmes Logique en maternelle Apprentissage à la résolution de problèmes Addition et soustraction du C.P au C.E.2 Mesure et grandeur Comprendre les représentations d'un espace à l'autre Géométrie plane au cycle 3 Groupe B Approche du nombre au cycle 1 Différentiation en mathématiques Résolution de problèmes Tri, classement et jeux Apprentissage de la logique Jeux et géométrie Géométrie au cycle 3 Calcul mental, calcul réfléchi
--	--

Plan d'une formation courte en PE2 : Les mathématiques en maternelle

Catherine TAVEAU

Cette formation se déroule sur 3 séances de 3 heures.

Je propose ici deux plans de formation possibles selon les connaissances antérieures des PE2 concernant les apprentissages mathématiques.

Le premier plan est plus destiné aux PE2 n'ayant pas suivi une PE1. La première séance est identique dans les deux cas, ensuite la deuxième et la troisième séance se différencient par leurs objectifs. Evidemment, nous ne pouvons pas nous satisfaire d'une formation si courte et les choix à opérer sont souvent difficiles. Il est alors utile de disposer de documents sur support vidéo ainsi que de matériel pédagogique afin de gagner du temps dans certaines explications didactiques.

1^{ère} séance :

A - Présentation générale :

- Les différents contenus mathématiques à traiter au cycle1 :
 - Construction du nombre
 - Activités logiques
 - Construction de l'espace et du temps
 - Activités géométriques
 - Activités autour de la mesure

- Ces activités s'organisent autour d'un projet interdisciplinaire, projet souvent thématique, lié aux saisons, aux différentes fêtes (Noël, Carnaval,..), au projet de l'école ou à des pôles d'intérêts personnels.

- Les différents types d'activités mis en œuvre :
 - Les rituels
 - Des séquences spécifiquement d'apprentissage (situations construites)
 - Des activités occasionnelles (par exemple, décoder une fiche de cuisine pour confectionner un gâteau)
 - Les activités de réinvestissementsous différentes formes :
 - Coin regroupement
 - Atelier autonome
 - Atelier dirigé
 - Situation individuelle

B- Analyse d'une situation d'apprentissage construite :

A travers la situation **des wagons** (situation des « voyageurs » extraite de Ermel GS, accompagnée de la vidéo réalisée à l'IUFM d'Albi), l'objectif est de montrer ce que peut être une situation d'apprentissage avec ses différentes phases.

Le travail démarre autour de la vidéo. Pendant la projection, les PE2 devront repérer et noter :

- Les différentes phases de l'apprentissage
- Les objectifs de chaque phase
- Les différents types d'organisation et leur rôle
- Le temps d'enseignement
- Comment se réalise l'appropriation du problème
- La différenciation dans l'apprentissage
- Le rôle des activités annexes de dénombrement
- Le processus d'évaluation

Suite à la vidéo, tous les points précédents sont abordés et précisés. On peut donner ainsi du sens et associer des images à des apports théoriques tels que « la construction d'une situation problème ».

Les deuxième et troisième séances auront pour objectifs de travailler sur la notion de la construction du nombre mais avec des entrées différentes.

1^{er} choix

2^{ème} séance :

- Analyse de plusieurs activités extraites du Ermel GS

Par groupe de trois, les PE2 vont devoir s'approprier et analyser les activités proposées par le formateur puis les présenter à l'ensemble du groupe.

Des compléments de formation seront donnés alors par le formateur sur les notions ainsi que sur une organisation possible de la mise en œuvre de ces activités dans la classe.

Activités choisies :

Le jeu des boîtes empilées et le jeu des boîtes alignées (p74) → des nombres pour comparer

Le jeu du trésor (p 152) → des nombres pour anticiper

Les caisses (p128) → des nombres pour partager

Le facteur (p177) → connaître la désignation des nombres

3^{ème} séance :

- Réflexion sur le rôle des « coins jeux » et sur leur intérêt du point de vue des apprentissages mathématiques.

Ceux qui existent : comment les faire vivre aussi autour d'apprentissages mathématiques.

Le rôle du coin « jeux de construction » est particulièrement développé en faisant ressortir les objectifs d'apprentissage liés à la géométrie dans l'espace.

D'où l'intérêt de construire des séances d'atelier dirigé autour de ces jeux (légo, duplo, kapla...) destinées à tous les enfants, filles comme garçons.

Ceux à aménager dans le cadre d'un projet : exemple de l'aménagement d'un coin épicerie réalisée dans une classe de MS (cf. annexe). On travaille sur l'organisation des apprentissages de différentes notions mathématiques autour du thème.

L'autre choix est plutôt destiné aux PE2 ayant déjà un « bagage » dans les démarches d'apprentissages des mathématiques en général.

2^{ème} choix

2^{ème} séance :

- **Analyse de jeux numériques**

Dans un premier temps, les PE2, par petits groupes, vont découvrir un certain nombre de jeux numériques, issus du commerce ou construits à partir de documents pédagogiques.

Après s'être appropriés un premier jeu, ils auront à y déterminer des objectifs d'apprentissages mathématiques et à y construire des variantes si nécessaire.

Chaque groupe travaille autour de deux jeux.

Dans un second temps, les différents jeux sont présentés à l'ensemble du groupe par les stagiaires les ayant étudiés. Des compléments sont alors proposés.

- **Préparation de jeux mathématiques**

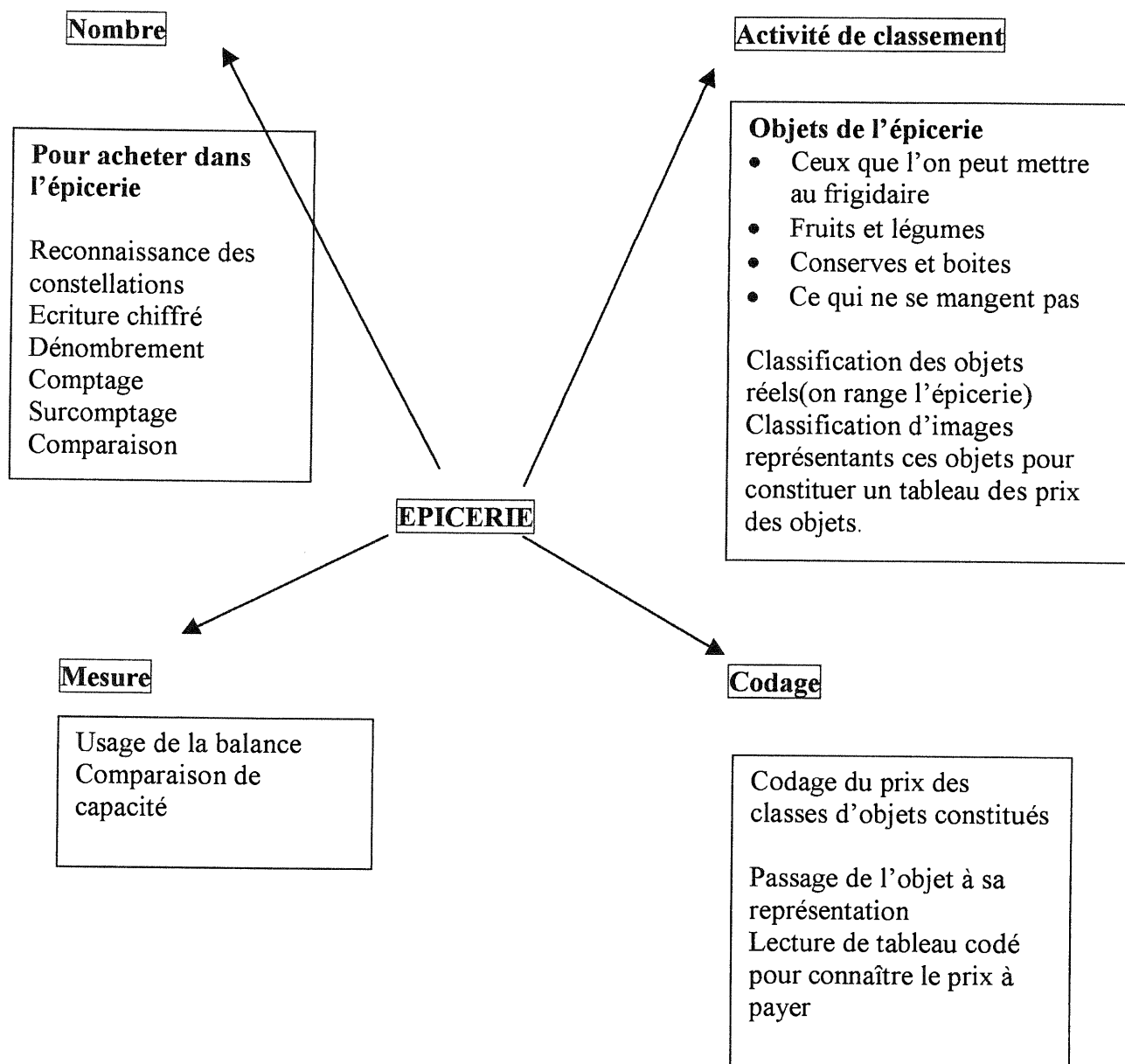
Pour la troisième séance, les stagiaires, par groupes de deux ou trois, devront présenter un ou deux jeux numériques avec ses variantes : le jeu peut être inventé ou provenir de différents documents existants (Ermel, Champdavoine, Diagonale,...).

3^{ème} séance :

- Chaque groupe présente le jeu préparé ; les autres stagiaires font alors part de leurs commentaires et le formateur complète éventuellement par des précisions didactiques ou pédagogiques. Un document sera constitué ainsi avec l'ensemble de ces préparations pour l'ensemble des PE2.
- Analyse des difficultés rencontrées par les enfants lors d'un jeu de déplacement sur une piste numérique à partir d'une vidéo réalisée dans une classe de moyenne section autour du jeu de la galette (Diagonale MS).
- A partir de ces difficultés, réflexion sur les activités annexes qui pourraient être construites pour travailler les compétences nécessaires (reconnaissance de la constellation du dé, éviter le piétinement sur la piste, garder la mémoire du nombre, comparaison de collections...).

Une bibliographie est distribuée lors de la première séance (cf. annexe).

Projet épicerie avec une classe de moyenne section



Bibliographie maternelle

Ouvrages

- F.Boule, « La construction du nombre, cycle 1 et 2 », A.Colin, 1989
F.Boule, « Espace et géométrie pour les enfants de 3 à 11 ans », Cédic-Nathan
F.Boule, « Manipuler, organiser, représenter- Prélude aux mathématiques », A.Colin, 1985
F.Cerquetti-Aberkane « Enseigner les mathématiques à la maternelle », Hachette-Education, 1994
L. Champdavoine, « Les mathématiques par les jeux », Tome 1 - PS et MS
Tome 2 GS et CP , Nathan 1986
Ermel, « Apprentissages numériques en grande section », Hatier, 1990
L.Lurçat, « L'espace vécu et l'espace connu à l'école maternelle », ESF, 1982

Manuels

- Collection Diagonale (Nathan) → Maths en pousse PS et MS
Maths en herbe GS → Livre du maître, jeux et fiches d'activités
Collection Hachette → Prépa-Maths PS et MS
Atout Maths → GS

Matériel Pédagogique :

Malette Géom de chez RETZ

3 malettes pour GS et CP de chez Hatier dans la collection Objectif Calcul

**Conduite d'un entretien avec un professeur stagiaire PE2 lors d'une visite
dans le cadre d'un stage en responsabilité**
Denis BUTLEN, Gabriel LEPOCHE

Résumé : Il s'agit de l'analyse d'un entretien conduit par un PIUFM (confirmé) lors d'une visite d'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.

**ANALYSE D'UN ENTRETIEN D'UN PIUFM DE MATHÉMATIQUES ET D'UN PROFESSEUR
STAGIAIRE PE2 DURANT UNE VISITE LORS D'UN STAGE EN RESPONSABILITE**

INTRODUCTION

Cet 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 précédent¹ 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'**atelier** est consacrée à l'analyse du contenu et de la structure de l'entretien d'un formateur avec le stagiaire observé.

I. PREMIERE PARTIE : ANALYSE DE LA SEQUENCE MENEES PAR LA STAGIAIRE PE2

1. Présentation de la séance

Les collègues prennent connaissance d'extraits d'une bande vidéo : un 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

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

située dans un quartier populaire. La séquence 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 La Martinière. Un seul élève semble rencontrer systématiquement des difficultés (Anthony) ; les autres élèves réussissent pratiquement systématiquement 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 du stagiaire (voir annexe 1), seuls quelques extraits du déroulement de la séquence 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 mn) : 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 :

$\cdot + 3 = 8$ $10 + \cdot = 20$ $15 - 5 =$ $\cdot - 3 = 8$ $24 - \cdot = 10$

quels sont les énoncés ?

Un élève lit, à haute voix, l'énoncé 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 mn 30 s) : après avoir refermé le tableau, la maîtresse demande à un élève sa solution (comptage avec les doigts). Jeremy se trompe et explique de façon très confuse sa procédure. Un élève déclare avoir fait une addition à trou.

Et le deuxième ?

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

Quatrième épisode, résolution du quatrième problème (2 mn environ) : celle-ci est accompagnée d'une simulation, menée par la maîtresse, avec la boîte, en vue de valider certaines réponses (ou de les illustrer)

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

Sixième épisode, résolution et correction du sixième problème (5 mn 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.

2. Analyse de la séance

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 conduire ? (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, à propos de l'analyse qu'ils font de la situation et de 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 d'un des ateliers

Voici les points soulevés par les groupes d'un des deux ateliers :

Pertinence, utilité, objectif d'un exercice (groupe 3)

A quoi sert la boîte ? Plus généralement à quoi sert le matériel utilisé ? (groupe 3)

Quel est le degré de formalisation attendu ? (groupe 3)

Démarches mises en œuvre (et prévues) pour la mise en commun des procédures (groupe 3)

Prise en compte des productions (démarches) des élèves (groupe 3 et 4)

Prise en compte du passé et des compétences des élèves (groupe 3)

Gestion de la validation "matérielle" (groupe 3)

Gestion de l'élève en difficulté (groupe 3)

Gestion de la continuité des activités proposées dans la même séquence (groupe 4)

Erreur de contenu "tout relève-t-il du + " ? (groupe 4)

Gestion de l'espace – classe, disposition des tables (groupe 2)

Gestion du tableau (réservé au maître) (groupe 2)

Gestion du temps de résolution des élèves (groupe 2)

Pas d'explication des démarches effectives des élèves (groupe 2)

Pas de prise en compte de ses réponses dans la correction (groupe 2).

DEUXIEME PARTIE DE L'ATELIER : ANALYSE DE L'ENTRETIEN D'UN PIUFM DE MATHEMATIQUES CONFIRME ET DU PE2 STAGIAIRE.

1. Méthodologie de l'analyse

Afin d'analyser cet entretien, les animateurs présentent un découpage possible en épisodes correspondant chacun à des contenus différents.

Cette analyse se base sur une méthodologie d'analyse a priori de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques de professeurs d'école débutants.

Cette analyse permet notamment de distinguer dans le discours du formateur les parties qui relèvent plutôt :

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

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 écrit de l'entretien qui a été distribué aux participants (voir annexe n° 3).

Cette analyse fait apparaître plusieurs niveaux dans l'entretien qui peuvent être imbriqués mais qui 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 rencontrées 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 (analyse réflexive) 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 montre que l'on distingue souvent deux types d'évaluation : une évaluation "institutionnelle" 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 séquence étudiée), soit plus généraux ; ils s'appuient alors sur des principes de relatifs à la construction de séance.
- *Des épisodes faisant référence à des situations de formation 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.

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

Ligne 55 à 76 : Le stagiaire, sollicité par le PIUFM, essaie d'analyser les causes de l'agitation perçue à la fin de la séance ; il 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.

Ligne 77 à 84 : le PIUFM semblant s'apercevoir du décalage entre son analyse et celle du 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).

Ligne 85 à 100 : Le PIUFM demande au 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.

Ligne 101 à 118 : 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.

Ligne 119 à 120 : Cette évaluation l'amène à demander au stagiaire d'envisager une autre mise en œuvre possible.

Ligne 121 à 133 : 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 collective² et utilisant trop le mode oral. Ce dernier jugement porte notamment sur le fait que le stagiaire parle trop (aux élèves) pendant la séance.

Ligne 134 à 160 : s'appuyant sur ces jugements, G aborde le problème de la gestion 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 oeuvre d'une pédagogie différenciée et demande au stagiaire d'envisager une forme de travail adaptée à celle-ci.

Ligne 161 à 188 : Le stagiaire expose les difficultés rencontrées dans cette mise en oeuvre, perçoit bien la nécessité de prévoir un travail de groupe mais ne semble pas convaincu de sa pertinence.

Ligne 189 à 209 : G rappelle l'aspect formateur de l'entretien en soulignant l'intérêt de noter ses remarques puis en imposant cette prise de notes au stagiaire.

Ligne 210 à 212 : dérouter, le stagiaire demande alors à G de reconstruire un scénario possible.

Ligne 213 à 246 : (épisode supprimé du protocole distribué aux participants) G revient sur le quart d'heure de "mise en route" qui a précédé la séance de mathématiques.

Ligne 247 à 2315 : Sollicité et assisté par G, le stagiaire analyse le contenu de la séance effectuée. G 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 au 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. G déclare que ces derniers sont trop faciles pour un CE2 et souligne le manque d'exigence du stagiaire à propos des procédures mobilisées par les élèves (comptage, surcomptage au lieu de calcul).

Ligne 316 à 349 : G évalue négativement à nouveau les choix opérés par la stagiaire lors du calcul mental : nombres trop petits, procédures exigées et exposées trop primitives.

Ligne 350 à 406 : G reconstruit la situation et propose des modifications portant sur les activités observées. Il conduit une analyse a priori des procédures mobilisées par les élèves pour calculer $9 + 6$. Cela l'amène à repenser les exercices proposés et leur mise en oeuvre.

²G utilise le terme collectif pour décrire un mode de gestion basé sur une alternance entre travail individuel des élèves et phases collectives consacrée à l'explicitation des procédures des élèves, au discours du maître ou à l'énoncé des consignes.

Ligne 407 à 464 : S'appuyant sur l'utilisation par les maîtres de la classe et par la stagiaire du ERMEL, G 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).

Ligne 465 à 541 : G 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, y compris en calcul mental.

Ligne 542 à 546 : G résume les points développés précédemment

Ligne 547 à 553 : G ancre son entretien dans le cadre de la formation dispensée à l'IUFM

Ligne 554 à 559 : G évalue le rythme de la séance de calcul mental, qualifiée de trop peu scandée.

Ligne 465 à 541 : G resitue ses conseils par rapport à d'autres références : ERMEL, maître-formateur, pratiques professionnelles usuelles...

Cette analyse est partielle ; pour ne pas lasser le lecteur, nous n'avons pas appliqué cette méthodologie à la seconde partie de la séance. Nous en laissons le soin au lecteur et lui demandons de nous faire parvenir ces éventuelles remarques.

ANNEXE 1 : PREPARATION DE SEANCE

Séance n°1

<u>Discipline</u> : mathématiques		<u>Thème</u> : résolution de problèmes additifs et soustractifs - Apprentissage - entraînement		<u>Date</u> : 12.10.98	
<u>Objectifs notionnels</u> : élaborer une démarche originale dans un problème de recherche (problème soustractif)					
<u>Objectifs méthodologiques</u> :	<u>Durée (mn)</u>	<u>Mode de W</u>	<u>Déroulement</u>	<u>Tâche des enfants</u>	<u>Durée</u> : 35 mn
- Formuler et communiquer sa démarche - écoute attentive	5 mn	C	Présentation de la situation . <i>matériel (boîte, jetons, cahier)</i> . <i>énoncé du problème, * + action du Maître</i>	Observer le matériel <u>Ecouter</u>	
<u>Compétences attendues</u> : Connaître la table d'addition	10 mn	I	<u>Recherche</u> 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 pbs au tableau (déjà prêts) **	Elaborer une procédure de recherche	
	20 mn	C	Mise en commun Présentation de toutes les procédures, même celles qui donnent un résultat incorrect : 1 ^{er} résultat correct 2 ^{ème} résultat incorrect pour pouvoir tout de suite expliquer l'erreur 3 ^{ème} ... Faire manipuler si nécessaire	Expliquer sa procédure Justifier sa procédure Comparer avec les autres - ** -	
<u>Matériels</u> :	<u>Prolongements</u> :				
- une boîte - des jetons identiques (20) - cahier d'essai des élèves	- Autres problèmes oraux du même style Problèmes écrits				

* 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 est-ce que j'en ai ajouté ?

Autres pbs :

. $+ 3 = 8$
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

Groupe 1

Quel est le passé / les acquis sur les problèmes additifs ?

Quelle est sa conception de l'enseignement ? Sur quoi se base-t-elle pour concevoir son cours (quels sont ses objectifs, en quoi sa démarche est-elle originale ?)

Quelles sont les conceptions des élèves ?

A propos de l'attitude adoptée envers l'élève en difficulté :

- Quelle pourrait être la prise en charge de cet élève (Anthony) ?
- Comment gérer l'équilibre entre le temps consacré à cet élève et celui consacré à la classe ?

Remarques : observations et explications individuelles, elle se trompe
Tableau retourné, lié avec le reste du cours.

Poser la question : comment le stagiaire a-t-il vécu sa prestation ? Utiliser ses remarques pour rebondir sur les procédures de décomptage et sur la soustraction.

Groupe 2

Quelle est l'utilité de l'exercice avec ardoise ?

Que penser des méthodes de correction ?

Est-ce que la boîte est utilisée dans le but de valider les propositions des élèves ?

Quelle est exactement la mise en forme attendue pour l'écrit ?

Pour l'étude des procédures, est-ce qu'il y a une démarche à privilégier ?

La procédure des essais à l'exercice 1 proposée par un élève avait déjà du être utilisée auparavant, pourquoi ne pas en avoir parlé ?

La méthode de vérification à l'aide de la boîte n'apparaît qu'à la fin pour l'élève Anthony qui a déjà des difficultés au début. Pourquoi ?

Groupe 3

Le PIUFM commence (l'entretien) par demander à la stagiaire si elle est consciente de ce qui s'est passé.

Quelles critiques peut-elle faire à chaud sur sa prestation ?

La stagiaire peut répondre à cette question en consultant sa fiche de préparation.

Selon la qualité de la prise de recul et d'auto-analyse du stagiaire, le PIUFM conduit l'entretien selon le déroulement ci-dessous avec le souci de faire progresser la stagiaire, certes de l'évaluer mais sans "l'enfoncer".

1. Souligner les aspects positifs : connaissance des prénoms, une certaine attention à tout ce qui se passe...)
2. Reprendre le déroulement chronologique à partir des notes prises pendant l'observation et de la fiche de préparation.
 - Pourquoi avoir choisi ces nombres ? (question faisant référence aux acquis antérieurs des élèves et portant sur la forme comme sur le fond)
 - Quels sont les liens entre l'activité préalable et la suite de la séquence ?
 - Soulever le problème :
 - de la trace écrite de certaines séances "superflues" : dans cette séquence, il n'y a pas de trace écrite du principal

- de la consigne qui doit être donnée avant (tous les coups sont permis...)
- de la validation, de la mise en scène de cette validation : la boîte est un gadget sauf pour Anthony (pour qui elle est mal utilisée)
- de la prise en compte des procédures des élèves : elles ne sont pas communiquées, le professeur stagiaire se limite à ce qu'elle avait prévu
- de la variation des énoncés (très ambitieux)
- de la trace écrite laissée au tableau (pour le futur)
- Quelle suite envisage-t-elle ?

L'entretien doit poser le problème de la compréhension par le stagiaire d'une séance de ce type ; quelle leçon a-t-elle tirée de l'IUFM ?

Groupe 4

- * L'objectif de la séquence a-t-il été atteint ?
- * Discussion sur la gestion du temps.
 - Que font les enfants ?
- * Validation : qui valide ? Et Anthony ?
- * Discussion sur la mise en oeuvre de la séquence.
 - Pourquoi avez-vous écrit les textes au tableau ?
 - Rappelez moi la consigne... ?
 - A quoi sert le matériel exposé ?
 - Qui valide ? pourquoi écrire les différentes procédures des enfants ?

Points fondamentaux

- * Apprentissage ? pourquoi ? Pour qui ?
- * Validation des productions..
- * Nature de la tâche des enfants.
- * Rôle du maître dans la séquence.
- * Adapter le nombre d'exercices et les possibilités d'exploitation (répétitif ou pas ?)

Groupe 5

- * Entretien : les points principaux à aborder ?

Demander à la stagiaire comment elle a vécu sa séance et ce qu'elle en pense.

Contenu :

- * Progression dans les exercices proposés :
 - exercices avec passage de la dizaine après exercices sans passage de la dizaine.
 - lien avec les exercices supplémentaires proposés au tableau.
 - Quelle est la place de la soustraction dans cette série d'exercices ?
- * Consigne :
 - aucune trace écrite.
 - pas de vérification que la formulation est bien comprise des enfants (pas de nouvelle formulation).

- la stagiaire donne tout de suite des exercices supplémentaires, écrits au tableau (contrairement au premier).

* Gestion

- gestion de la correction, le stagiaire ne va pas jusqu'au bout de la procédure différente des autres...

Attitude

- Encourageante ? Cassante ? Qui arrête l'expression ?

Groupe 6

- Quel est l'objectif de la séance ? Dans quelle mesure est-ce conforme à la fiche de préparation ?
- Les élèves ont-ils réalisé ce qu'elle attendait ?
- Où les élèves trouveront-ils la trace des différentes démarches ?
- Comment s'est fait la validation ?

Groupe n°7

* La maîtresse insiste trop longuement auprès d'Anthony pour savoir comment il a procédé; puis abandonne. Elle aurait pu demander aux autres leurs procédures de calcul pour débloquent la situation.

* Elle ne présente pas toujours clairement la consigne : notamment concernant les problèmes additifs et soustractifs. On ne sait pas si les élèves doivent les faire tous ou si le premier sera corrigé avant de faire les autres.

* De plus, elle ne corrige pas l'exercice oral donné en premier.

* Globalement les corrections ne sont pas menées de façon suffisamment dynamique et avec la participation totale de la classe.

Sur l'heure entière, un temps trop long est consacré à peu de travaux.

Contribution individuelle n°1

Correction du calcul mental : exercices trop simples au début. L'enseignante ne semble pas regarder attentivement les réponses. Elle ne fait pas de commentaires positifs ou négatifs sur ces réponses (pas de mots d'encouragement à ceux qui ont réussi).

(Le ton qu'elle emploie pour s'adresser à Anthony à ce moment là ne me paraît pas très adapté).

Elle ne laisse pas assez de temps aux élèves pour effacer l'ardoise et donne l'énoncé trop tôt (les élèves ne sont pas attentifs à cet instant).

vocabulaire : "je "dis" une addition".

Apparemment Anthony surcompte en ajoutant 1 au résultat. Elle ne prend pas le temps de réfléchir sur l'origine de l'erreur d'Anthony pour une remédiation.

Les cubes : Les élèves n'ont pas assez de temps pour chercher :

- les problèmes sont écrits "trop petits" me semble-t-il
- phrase incomplète : "n'écrivez pas le ...", un élève ne comprend pas.
- Elle n'aide pas assez les élèves qui n'arrivent pas.
- La correction du premier exercice est trop tardive ; le matériel (cubes) n'est pas très bien adapté ; (les cubes sont indiscernables). De plus, elle ne les montre que très tard.

Elle n'écrit pas les réponses au tableau sous forme d'additions dans le but de faire mémoriser les tables.

- manque d'écoute des élèves.

Jérémie : le travail de Jérémie n'est pas assez commenté.

- Le tableau est retourné, les élèves ne voient pas l'énoncé.

Préparation de l'entretien

1. Mieux gérer le temps (recherche / correction) et laisser du temps aux élèves pour chercher avant de corriger.
2. Les élèves doivent savoir nettement à chaque instant ce qui est fait, de quoi l'enseignante va parler.
3. Etre plus à l'écoute des élèves pour mieux comprendre leurs difficultés.

Contribution individuelle n°2 : remarques à dégager

1. Lors de la séance de calcul mental, la gestion des erreurs est discutable. Aucune remarque sauf sur ceux dont on annonce qu'ils se sont trompés. Quel est le référent ? Le savoir du maître ? Une table ? Une manipulation de matériel ? De doigts (outils de preuve).
2. Quel est l'intérêt de proposer oralement le premier problème pour ne le corriger qu'après que tout le monde se sera lancé dans la recherche de certains énoncés du tableau ?
3. Quel rôle joue le matériel et le mime dans la situation ?
4. Pourquoi, dans la correction, ne pas souligner le rôle du langage pour formuler à nouveau le problème à l'envers : "*j'enlève 3, il m'en reste 8*" peut donner : "*je remets les 3 cubes que j'avais enlevé et je retrouve le nombre de cubes que j'avais au départ*". D'où des questions du genre : "*que dois-je faire pour retrouver les cubes que j'avais au départ ?*"
5. Aucune institutionnalisation. Que doivent retenir les enfants de cette séance ?

Contribution individuelle n°3

* Travail au niveau de la validation :

- Pourquoi relever les erreurs d'Anthony sans les exploiter ?
- Pourquoi avoir continué la séance malgré l'erreur d'un élève ?
- Stricte validation de certaines réponses.
- Certaines remarques induisent les réponses attendues par l'enseignant.
- Quel est l'intérêt de lister les procédures des enfants ? Quelle exploitation peut-on en faire ? Pas de comparaison avec les autres procédures prévues dans les fiches de préparation.
- L'utilisation du matériel n'est pas assez exploitée.

* Travail au niveau des consignes

- pas toujours très claires.

* Travail autour des enfants :

- pointage des enfants en difficulté qui peut conduire dans les faits à des exclusions comme pour Anthony.

* Objectif de la fiche de préparation !

Contribution individuelle n°4

(qui a auparavant sur la même feuille pris des notes lors du déroulement du visionnage)

* L'activité préparatoire (calcul mental, réponse sur l'ardoise) ne figurait pas dans la préparation. Avez-vous décidé d'introduire cette activité au dernier moment ? A cause du niveau (effectivement) faible de cette classe en calcul mental ?

* Comment pensez-vous évaluer "l'objectif notionnel" de votre fiche ? (en particulier "l'originalité de la démarche").

* Êtes-vous sûre qu'il s'agisse d'un "objectif notionnel" ?

* Pourquoi ne pas permettre, dans une première phase et compte tenu du niveau de la classe, aux élèves de venir manipuler la boîte et les cubes qu'elle contient ?

* Pourquoi ne pas permettre aux élèves de poser eux-mêmes des "défis" aux autres élèves (afin qu'ils se sentent davantage concernés par le problème) ?

Contribution individuelle n°4

Points fondamentaux d'une analyse a priori.

* Pourquoi ce choix des valeurs numériques des activités de calcul mental et des problèmes pour un CE2 ?

* A propos des relations maître - élèves :

- prise en compte, respect de la personne de l'élève,
- rapport aux savoirs des élèves : quelle écoute ? Quelle prise en compte ? Quel contrôle leur permettez-vous ?

* A propos de l'aide apportée aux élèves, comment l'avez-vous pensée avant, pendant la séquence :

- la justification des problèmes posés
- les aides à apporter en cas d'erreur
- les moyens de faire progresser les élèves.

Il me semble que le stagiaire possède un certain nombre de connaissances (issues de l'IUFM) mais qu'elle les utilise dans une situation inadéquate et sans véritable sens didactique.

Contribution individuelle n°5

Remarques

- * Des questions relatives au temps : amener la stagiaire à réaliser :
 - que le temps consacré aux activités de calcul mental est trop long,
 - que le temps consacré aux phases de recherche et de correction est aussi trop important,
- * Des questions relatives à la gestion de l'espace : La stagiaire est trop statique, elle se positionne essentiellement devant le tableau.
- * Des questions relatives à la communication : un point significatif : l'élève qui va au tableau est celle qui a mis en œuvre la procédure attendue.

Les points essentiels de l'entretien

La gestion de la communication

- Toutes les interventions passent par le maître et sont reformulées,
- une forte connotation dans les interventions du stagiaire : bien, pas bien, faux, bon...
- le stagiaire pose des questions sans attendre la réponse et inversement n'apporte pas de réponses aux questions qui lui sont posées. Il faut insister lors de l'entretien sur un point : les élèves doivent "expliquer leurs erreurs" et les en expliciter les causes.
- Attention à certaines expressions : "chut" ou bien "d'accord ?".

Les apprentissages des élèves

- Quel est l'apport de l'activité de calcul mental ? Est-ce que l'on pouvait l'intégrer à ce qui va suivre : ... + ... = ?
- Pas de validation claire et plutôt souvent absente, pas d'utilisation de la boîte : par exemple pour savoir quelle est la réponse aux questions posées.
- Que font les élèves ? Ils ont à résoudre 5 problèmes au total, posés afin de gérer l'hétérogénéité de la classe. Mais finalement, il semble que beaucoup d'élèves s'ennuient et que d'autres décrochent.

Le PE se fixe sur l'élève en difficulté ; cela amène ceux qui savent résoudre les problèmes savent toujours mais qu'ont appris les autres ?

ANNEXE N°3

- 1 G: Il y a eu un petit malheur, le magnétoscope n'a pas tourné ; donc je l'ai prévenu qu'il
2 s'agissait d'une première visite de stage ; c'est plutôt elle qui me l'a dit. Et puis, elle a un
3 directeur de stage qui viendra normalement la voir deux fois, et pour l'instant elle n'a pas eu de
4 visite de maître formateur.
- 5 S : Voilà !
- 6 G : Et je l'ai prévenu que a priori, je viendrais deux fois ; cela ne correspond pas à la norme
7 mais je préfère venir deux fois pour que la connotation évaluation soit un peu moins forte. Et
8 puis, je lui ai demandé ses impressions à chaud. Je les redis. Les enfants ont paru plus sages
9 que d'habitude.
- 10 Il semblerait que je leur ai fait peur. Lors de ma présentation au début de la séance ; c'est
11 l'explication qu'on en donne. Autrement, elle a mis en place quelque chose concernant la
12 discipline qui correspond à un petit tableau. On l'a regardé. C'était cela ?
- 13 S : Oui, oui.
- 14 G : Mais on a remarqué qu'ils étaient un peu plus, je ne sais pas quoi, sur la fin.
- 15 S : Plus agités sur la fin.
- 16 G : Plus agités sur la fin ! Ma première impression à chaud ... La deuxième est plutôt sous
17 forme de question. Le calcul réfléchi : elle se demande comment il faut réagir en fonction d'un
18 enfant qui ne sait pas répondre... Il y en a peut-être un autre ?
- 19 S : Oui, il y avait... Et bien en fait, j'en ai mis deux devant là-bas pendant la séance...
- 20 G : C'était voulu ?
- 21 S : C'était voulu. Parce que la séance de calcul que j'avais fait jeudi. Elles attendaient toujours
22 que les autres aient marqué, enfin aient donné leur réponse pour donner la leur; quoi ! Et là-bas
23 devant, elles ne pouvaient pas ; normalement, elles pouvaient moins.
- 24 G : Les deux autres en question, c'étaient Marine et puis...
- 25 S : Marine et Noémie.
- 26 G : OK.
- 27 S : Donc j'ai trouvé qu'elles ont fait plus d'effort, pour elles cette après-midi. Par contre,
28 Anthony, ben... Il a faux, une fois sur deux. Et bien en fait, il doit... répondre un peu au hasard.
29 Alors je ne sais pas, donc, étant donné... Comment expliquer ? Parce que bon, c'est des
30 additions, ils avaient des... .. (*inaudible*) avec la titulaire, la maîtresse titulaire. Bon, le
31 professeur des écoles titulaire. Ils ont déjà revu les tables d'addition. Donc euh... Ils avaient à
32 les revoir encore pour aujourd'hui. Donc euh, comment faire pour que...
- 33 G : Pour faire en sorte qu'ils les revoient ? Ou quelque chose... Donc tu as pris la suite - il faut
34 que ce soit clair - tu as pris la suite d'une titulaire qui s'appelle ? Son prénom ?
- 35 S : Charlotte.
- 36 G : Charlotte. Depuis, une semaine. Et c'est la directrice de l'école. Donc, voilà, deux
37 impressions ; tu as d'autres choses à dire encore ?
- 38 S : Et bien pour l'autre séance. Pour le, la résolution de problèmes. En fait, je pensais qu'ils
39 iraient beaucoup moins, qu'ils auraient plus de mal... D'après ce que j'avais vu jusque là en
40 maths, qu'ils auraient plus de mal à répondre au premier problème. En fait, j'avais mal évalué
41 le... Les problèmes que j'avais mis au tableau, je pensais qu'il y en aurait quelques-uns qui...
42 les feraient quoi !
- 43 G : Et tu as eu l'impression, à chaud, qu'ils savent les faire ?
- 44 S : Ah oui ! A chaud comme ça, j'ai l'impression. En majorité, hein, disons, il y en a quelques
45 uns qui... ; Jérémie, enfin le problème ! Apparemment, il y a eu un problème, aussi : c'est que
46 l'énoncé, ils ne l'ont pas retenu ; enfin certains ne retiennent pas les valeurs que je donne en fait
47 ! Mais c'est les mêmes que quand je fais du calcul réfléchi qui... qui ne retiennent pas non plus
48 euh...
- 49 G : C'est bon, tu voulais dire autre chose ?

- 50 S : Non, pas pour l'instant, il y a peut-être des choses qui vont revenir...
- 51 G : Après...
- 52 S : Au fur et à mesure...
- 53 G : Voilà.
- 54 S : Et tes commentaires ? (*rires*)
- 55 G : Disons que les enfants sont plus sages que d'habitude parce que je fais peur ; mais, côté discipline, ils sont un peu agités sur la fin. Tu ne pourrais pas essayer d'expliquer un petit peu cette agitation globale ? Je vais partir de cette remarque.
- 56
- 57
- 58 S : Bon, moi je pense que c'est... Qu'il faut changer plus souvent peut-être d'activités, qu'ils ne peuvent pas maintenir leur attention... Plus de, je ne sais pas enfin... Plus de 20, 25 minutes sur une même activité. Il faut... Même si on varie les recherches écrites et les... Mais c'est les mises en commun ! En fait, surtout ! Ils n'ont pas l'habitude d'écouter ce que font les autres. Et en fait, ils... Enfin je pense que ... Je ne sais pas comment dire...
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63 G : Mais creuse un peu. Je suis d'accord avec toi. Ce sera cela, l'essentiel de mon entretien ; en tout cas une grande partie. Mais il ne faut peut être pas exactement changer plus souvent d'activités ; ce n'est pas sûr. Mais (...)
- 64
- 65
- 66 S : Peut-être que je, que la mise en commun, je m'y prends mal. Enfin, mais dans les autres classes où j'ai pu aller, j'ai l'impression qu'ils faisaient plus attention à ce que les autres expliquaient !
- 67
- 68
- 69 G : Bon ! A ce que les autres expliquaient (...)
- 70 S : Et j'ai l'impression que (...)
- 71 G : Mais, pour jargonner un peu, puisque c'est des mots que j'emploie... Structures pédagogiques... Quels genres de structures pédagogiques, tu as utilisées ce matin ?
- 72
- 73 S : Qu'est-ce que tu entends par structures ?
- 74 G : C'était collectif...
- 75 S : Ben ! Une partie... Les consignes : collectives, puis après, recherche individuelle, et puis après, euh, mise en commun collective.
- 76
- 77 G : Donc, cela a toujours été collectif ! Ou un petit travail individuel.
- 78 S : Un petit travail individuel oui.
- 79 G : Mais l'essentiel des séances tourne autour d'un mode collectif. Ou tu intervies, toi, entraîne que maîtresse ?
- 80
- 81 S : Ben aujourd'hui, oui. Ce matin, oui. Il y a... A la suite de cela, il y aura des petits...
- 82 G : Non, je parle de ce matin, par rapport à ce que j'ai vu, par rapport à l'agitation (...)
- 83 S : Trop de collectif, alors ! ?
- 84 G : Peut-être trop de collectif, on va essayer de détailler un peu.
- 85 Et à l'oral ou à l'écrit ? Ils ont écrit beaucoup ?
- 86 S : Ben, ils ont écrit les résultats.
- 87 G : Oui, sur un cahier de brouillon, mais ils n'avaient pas le droit de copier le texte. Ils n'ont manifestement pas écrit beaucoup. Ils ont eu besoin d'écrire deux ou trois résultats.
- 88
- 89 S : Ben disons, s'ils copient le texte, ils ne font pas, ils mettent tellement longtemps à copier le... à copier le texte qu'ils ne font pas le... Enfin, c'est qui a été fait Anthony.
- 90
- 91 G : Oui. Anthony, c'est le seul qui a copié le texte.
- 92 S : Il a copié, du coup, il n'a pas fait... Il n'a pas fait les exercices. Alors, il y a des moments où il faut les faire copier. Parce qu'il faut qu'ils écrivent quand même... Mais là, ce n'était pas (...)
- 93
- 94 G : Tu penses qu'il y a eu beaucoup de moments de calme, pendant. Pendant, ça a duré combien, bien deux heures... A peu près ?
- 95

96 S : Une heure et demie.
97 G : Une heure et demie. Tu penses qu'il y a eu beaucoup de calme. Le son ?
98 Cela doit être très visible sur la bande vidéo, pendant une heure et demie. Qu'est ce qui s'est
99 passé pendant une heure et demie ?
100 S : Bon, on a trop, j'ai trop parlé !

101 G : Bon. On a trop parlé. C'est cela qui est à mon avis le plus fondamental. Plutôt que de
102 changer plus souvent d'activité, changer le structure. L'activité s'est déroulée sous un certain
103 mode. Tout a été oral ! Quand même ! Tu te rends compte de cela ou bien ?
104 S : hum.
105 G : Alors que tu te dis que l'attention ne peut pas être maintenue très longtemps...
106 S : Oui, oui.
107 G : Moi, j'en aurais marre ! Une heure et demi, pendant laquelle tu parles tout le temps. C'est
108 quand même long pour se concentrer ! Donc quand Anthony a dit que... Je vais en parler, c'est
109 un exemple parce qu'il était près de moi. Il ne s'intéresse plus ; il est dans ses pensées. Parce
110 que je crois que l'on n'arrive pas à se concentrer si longtemps sur un discours oral. Donc pour
111 reprendre cela. Tu t'aperçois, tu devrais savoir que tu as presque toujours parlé.
112 S : hu.
113 G : Normal, c'est un flot de paroles continuel. Je pense c'est très difficile pour un enfant de se
114 concentrer sur une tâche, si ton oral a de l'importance
115 S : hu, hu.
116 G : C'est cela, à mon avis, le point le plus important. Tu le dis toi-même. Ils sont dissipés car,
117 au bout d'un moment, ils en ont marre. Parce que tu parles toujours. Tu parles ou quelqu'un
118 d'autre. Tu sollicites quelqu'un pour parler. Donc un collectif-oral beaucoup trop long.

119 S : Oui mais alors, une séance comme cela, comment peux-tu faire ? sans... ?
120 G : Le collectif-oral ? C'est cela que je vais essayer de voir.

121 Mais il faut être persuadé qu'il faut varier les structures pédagogiques. Un maître - je vais
122 accentuer - un ancien maître se donnait des moments où il pouvait s'écarter, pour corriger ses
123 cahiers où faire quelque chose comme cela. Cela existait ; mais tu n'as pas vu des anciens
124 maîtres fonctionner ?
125 S : Non, mais j'ai (...)
126 G : Ils arrivaient, ils donnaient quelque chose. Non, c'est sûr ! Et après, ils s'arrêtaient. Bon,
127 c'est caricatural. Je ne vais pas dire que c'est bien. C'est pour te faire comprendre quelque
128 chose. Ca veut dire qu'ils s'installaient à leur bureau, ils écrivaient. Il y avait le calme. Et les
129 élèves faisaient quelque chose. Ca ne s'est pas produit aujourd'hui. Tu as toujours parlé !
130 S : oui, oui.
131 G : Donc, varier à tout prix les structures pédagogiques. C'est cela qui me paraît fondamental
132 dans ce que j'ai vu ce matin... Collectif, tu es convaincue que tout a été collectif ?
133 S : oui, oui.

134 G : Parce que le temps individuel est très court. Tu leur as dit effectivement de chercher
135 individuellement. Mais ça ne s'est pas produit autant.
136 S: Oui, mais si tu veux, je pensais qu'ils chercheraient plus longtemps ! Enfin, qu'il y aurait plus
137 de. Qu'ils trouveraient moins vite. Donc, qu'il y aurait plus d'espace de recherche.
138 G : Oui mais, très vite, tu as voulu intervenir au niveau des problèmes que tu leur posais. Tu
139 avais prévu plusieurs exercices au tableau mais tu ne sais pas si réellement, ils les ont fait
140 individuellement.
141 S : non mais (...)
142 G : Pendant qu'ils cherchaient, tu causais encore je suppose.

143 S : Non (..)
144 G : Tu ne t'en rends pas compte ?
145 S : Ben non, parce que j'ai... Enfin oui, parce que je suis passée voir ceux qui n'y arrivaient pas
146 et...
147 G : Voilà ! C'est le premier point, en tout cas. Après, je vais enchaîner à partir de là. Il faut à
148 tout prix que tu varies les structures pédagogiques. C'est un vocabulaire facile ! ... Il faut à tout
149 prix varier la façon dont tu mets les élèves au travail. Tu ne peux pas rester sur le mode oral
150 pendant trop longtemps.
151 Alors tu as parlé. Tu te rappelles combien de temps, tu as dit qu'ils pouvaient se concentrer au
152 niveau de l'oral ? Tu l'as dit toi-même quand tu as évoqué (..)
153 S : Oui 20 ou 25 minutes.
154 G : Oui moi, je mets, J'avais écrit avant que quelqu'un vienne ; je peux te le montrer (*G*
155 *présente la feuille où il a pris des notes sur la séquence*) : pas plus d'un quart d'heure à l'oral !
156 Donc j'ai écrit cela sur mon papier : varier les structures pédagogiques, pas plus d'un quart
157 d'heure à l'oral ! Ce n'est pas possible. Il faut que tu te donnes cela comme idée : pas plus d'un
158 quart d'heure, si tu restes un quart d'heure seule. Mais c'est un défaut de débutant : tout le
159 monde fait cela. On cause, on cause, on cause. Alors du coup, tu es indisponible.
160 S : Oui, oui.

161 G : Je voudrais insister sur quelque chose : pourquoi ai-je dit que tu étais indisponible ?
162 S : Ben... Je ne sais pas, j'ai l'impression que je suis tout le temps entrain de leur dire ce qu'ils
163 doivent faire ou euh... Enfin, je ne sais pas.
164 G : Oui, mais si je dis que tu es indisponible ; c'est que ça me gêne quelque part. Qu'est-ce que
165 j'aurais voulu ce matin ? Ou dans le futur ? Qu'est-ce que je voudrais voir ? Je voudrais que tu
166 te rendes disponible pour quoi faire ?
167 S : Pour prendre les enfants, pour expliquer aux enfants... Pour parler avec les enfants qui ont
168 des difficultés.

169 G : Voilà. Or cela, je ne l'ai pas vu. Or manifestation (...)
170 S : Oh mais je l'ai fait quand même ! Avec deux, trois...
171 G : Oui, c'est bien ! Mais tu n'es pas assez disponible. Pour arriver à... Oui, tu l'as fait, j'ai
172 noté... Donc, j'ai vu que tu avais... J'ai noté ! Voilà, là (*G montre ses notes au professeur*
173 *stagiaire*).
174 S : (*lisant les notes manuscrites de G*) : C'est bien Célia!
175 G : C'est bien. Donc j'ai vu. Mais c'est normal, tu ne pouvais pas aller plus vers elle. Donc tu as
176 bien le souci - et c'est très bien - d'aller vers les enfants qui ont besoin de toi. Célia et Anthony ;
177 Anthony, tu l'as pris à part à la fin. Quand tu l'as fait venir devant, pour lui expliquer le petit
178 problème. Et tu as pris Célia, ici, là.
179 S : Oui, oui.
180 G : Donc tu as ce souci ; tu t'aperçois qu'il y a des élèves qui sont en difficulté. Mais tu n'as pas
181 le temps matériel de le faire. Il faut à tout prix, je pense, que tu emploies des structures où tu te
182 ménages du temps pour arriver vers les groupes d'enfants qui ont besoin de toi. Or c'est vrai,
183 jusqu'ici, cela ne se fait pas. Ces enfants sont un peu dispersés dans les groupes. Les enfants
184 qui auraient besoin de toi, tu les connais presque au bout d'une semaine ?
185 S : Oui. Oui, je les connais.
186 G : Tu les connais. Oui. Après, je vais rentrer dans le détail. Comment faire ? On va essayer de
187 reconstruire la séance. Mais je pense que tu dois pouvoir, il faut à tout prix que...

188 Tu n'as pas pris beaucoup de notes !
189 S : Non. J'écoute !
190 G : Ca ne fait rien, je préférerais que tu notes en même temps.

191 S : Mais... Si tu veux...

192 G : C'est un grand défaut. J'aurais dû te le dire auparavant ! Là, je l'ai dit maintenant.

193 S : Oui, de toutes façons...

194 G : pour voir si (...)

195 S : Structures pédagogiques, euh..

196 G : Quoi ?

197 S : Il faut varier les structures pédagogiques. Me rendre plus disponible pour les enfants qui

198 ont des difficultés.

199 G : C'est l'essentiel pour l'instant. Tu es convaincue ?

200 S : Euh oui, oui !

201 G : Et s'il y a un petit peu d'indiscipline. Bon, je ne l'ai pas vu ce matin. Je n'ai rien à dire

202 question discipline. A mon avis, ça vient de là aussi. Disons qu'ils s'agitent car ils en ont marre.

203 Il faut que tu perçoives bien cela. C'est dur. Oh, on ne peut pas se concentrer pendant une

204 heure et demi sur quelque chose à l'oral ! Tu arriverais à disparaître un peu à l'oral, ils ne

205 seraient pas tellement indisciplinés parce qu'ils auraient quelque chose à faire. Ca c'est du côté

206 de la discipline, pour expliquer un peu d'agitation à la fin. Et surtout, surtout tu pourrais aller

207 vers les enfants qui ont besoin de toi dans ce type de séance. Il faut à tout prix, puisque vous le

208 dites - la maîtresse titulaire confirme - qu'il y a des disparités. Mais il faut que tu les gères.

209 Alors qu'est-ce que l'on fait ? On rentre dans le détail ? Comment aurait-on pu mener

210 autrement la séance ?

211 S : Oui, oui.

212 G : Tu sais que le début, il faudra en parler, c'est pareil ? C'est du collectif-oral. Donc c'est

213 normal. Tu rappelles ce qui a été fait. C'est le rituel de la température. Mais c'est à l'oral et

214 après tu rappelles (...)

215 S : Oui, mais ça, le rituel de la température, ils le font tous les matins. Donc, bon, c'est un

216 rituel. Je ne peux pas le... Même quel que soit le type de séance que j'ai derrière (...)

217 G : oui, c'est bien ! (...)

218 S : Et de raconter ce qu'ils ont fait pendant le week-end. Tous les lundis matin, elle le fait, ils le

219 font. C'est des choses que je n'ai pas changées et...

220 G : Et tu as raison ! Donc du coup, ça accentuait.

221 S : Ben oui, cela accentue encore le fait, c'est vrai.

222 G : Donc, il faudra que tu penses à cela. C'est normal, c'est très bien de leur faire parler du

223 week-end. L'idée est bonne. C'est très bien. Après, je reviendrai plus en détail. Mais

224 globalement, il faut que tu te rendes compte que tout était à l'oral depuis ce matin. C'est cela

225 que je veux mettre en évidence. Donc, au début, on se concentre, on écoute un peu, parce qu'il

226 n'y a rien à faire. Et puis... Et il n'y a pas d'écrit. Globalement, dans les classes, à l'heure

227 actuelle, les écrits disparaissent.

228 Je caricature beaucoup en disant que les maîtres arrivaient à disparaître pour corriger leurs

229 cahiers. Cela ne veut pas dire que c'est bon. Ils avaient un temps pendant lequel les enfants

230 étaient occupés seuls. Je ne l'ai pas vu ici ! Il faut que tu gardes cela à l'idée ! En te disant un

231 jour, peut-être que tu feras cela aussi. Je ne sais pas si c'est bon ou pas. Mais c'est une bonne

232 idée de débutants ! Ils arrivent à corriger leurs cahiers et à être tranquille pendant une demi-

233 heure, trois quarts d'heure !

234 S : Mais c'est pareil ! Quand on leur demande d'écrire quelque chose, cela ne peut pas

235 durer...Euh...

236 G : Non ! Varier les structures !

237 S : Une demi-heure, trois quarts d'heures, cela ne peut pas durer !

238 G : Varier les structures ! Je n'ai pas dit que cela peut durer. En tout cas, le collectif-oral, à
239 mon avis, ne doit pas durer plus d'un quart d'heure !
240 Bon, je crois que j'ai assez insisté là-dessus ! Cela devrait rester ? Mais tu t'en rends compte
241 toi-même parce que tu as dit qu'il fallait changer plus souvent d'activités. Ce n'est pas l'activité,
242 c'est (...)
243 S : La structure pédagogique.
244 G : La structure pédagogique, d'accord ? Donc c'est toi-même qui le dit. On verra cela... O.K.
245 ?

246 Alors le contenu me surprend quand même ! Tu vas m'expliquer un petit peu.
247 S : Oui.
248 G : Le contenu que tu as choisi, d'où vient-il ? D'où est-il issu ? Pourquoi as-tu fait cela ?

249 S : (*petite toux*) Parce qu'ils ont commencé avec... Pas avec Charlotte mais avec sa
250 déchargeante, la partie de résolutions de problèmes. Et (...)
251 G : C'était dans le ERMEL, nous voyons donc que Charlotte travaille avec le ERMEL de CE2.
252 S : La déchargeante aussi.
253 G : Il faut savoir que c'est une directrice d'école qui a une décharge. De combien ?
254 S : Une journée
255 G : Une décharge d'une journée semaine. Bon, c'est une école qui pose problème. C'est une
256 école de... Elle est en ZEP aussi ?
257 S : Non ! Elle ne l'est pas.
258 G : Bon, mais on est à Ville Jean. Et Ville Jean est un quartier est peu difficile sur Rennes.
259 S : Moi, je ne trouve pas quand même (...)

260 G : Donc a priori, c'est quelque chose issu du ERMEL que tu as pris ?
261 S : Oui.
262 G : Tel que ?
263 S : Non, pas tel que !
264 G : Non ? Les exercices proposés étaient dans le ERMEL aussi.

265 On va aller dans l'ordre. Le calcul pensé ?
266 S : Non ! Ah non, le calcul pensé non.
267 G : Ce que tu as appelé dans ta fiche de préparation : le calcul réfléchi. C'est ton invention ?
268 S : Euh ... Oui !
269 G : Et tu as regardé un petit peu le calcul pensé du ERMEL au niveau CE2 ?
270 S : Euh oui ! Un petit peu...
271 G : pas vraiment ...
272 S : Euh, pas beaucoup non.
273 G : Perçois-tu une différence ? J'ai vérifié - mais peut-être que je me trompe ; a priori, je
274 connais! - que le calcul pensé que tu as proposé n'est pas issu du ERMEL.
275 S : Non.
276 G : Et j'essayais de te faire percevoir une éventuelle différence entre ce que tu as proposé aux
277 élèves et ce qui pourrait se faire en CE2. Je suis un peu gêné de ton calcul pensé ! Alors qu'est-
278 ce qui me gêne ?
279 S : ...
280 G : Je peux te rappeler. $3 + 5$; $2 + 3$; $3 + 5$; $4 + 2$...
281 S : Dis moi ce qui te gêne... (*Rire*) Comme ça, je te dirai pourquoi j'ai fait cela. Enfin...
282 G : Oui, mais dis- moi ! Pourquoi as-tu fait cela ?
283 S : Ben en fait, j'ai (...)
284 G : Pour prendre la suite de Charlotte (...)

285 S : En fait je fais faire progressivement le.. Enfin tout ce qui est addition en fait, mais en
286 augmentant progressivement les difficultés.

287 G : C'est ça, donc au début, il n'y avait pas (...)

288 S : A la première séance, j'ai juste fait des petites additions, en rajoutant 1, 2 ou 3. Avec des
289 nombres à un chiffre, en fait.

290 G : Donc $3 + 5$; $5 + 1$ (...)

291 S : Et puis là, j'ai rajouté 5, voilà.

292 G : Et aujourd'hui l'idée (..)

293 S : 3, 4, 5

294 G : (...) de rajouter 1, 2, 3, 4, 5. Et tu n'as pas trouvé cela dans le ERMEL ?

295 S : Non ! Non, c'est. En fait, bon, j'ai... Micheline E., en CM2, fait comme ça.

296 G : Des choses aussi simples ! ?

297 S : Non, mais non ! Mais, euh, relatives...

298 G : Non, mais cela... Mais d'accord ! Mais, ce qui me surprend, ce sont des choses aussi
299 simples !

300 S : Ben... La preuve ! C'est qu'il y en a qui...

301 G : Ah non. La preuve, la preuve : il n'y a qu'Anthony qui échoue ! Je ne sais pas comment le
302 traiter mais (...)

303 S : Oui...

304 G : (...) Nous reviendrons sur Anthony après. Tu es d'accord ? Il n'y a que Anthony qui ne
305 réussit pas ?

306 S : hu, hu...

307 G : Il n'y a que Anthony qui ne réussissait pas.

308 S : Aujourd'hui, oui !

309 G : Aujourd'hui. Je ne peux voir qu'aujourd'hui !

310 S : La séance que j'ai faite jeudi... Il y en avait plus qui ne réussissaient pas !

311 G : Il y en avait plusieurs... Donc, c'est en fonction de cela que tu as diminué le niveau. Cela
312 paraît ultra simple, les exercices que tu as posés, pour un CE2.

313 S : Ben oui, mais. Ben oui, mais ceux que j'avais donnés, encore plus simples, le... mardi, jeudi,
314 il y avait encore des erreurs !

315 G : Et qu'est-ce que tu voudrais développer dans l'exemple : $9 + 5$? Il était un peu moins puénil
316 que les autres ! Tu vois, je dis même puénil ; c'est un peu ça. $9 + 5$?

317 S : Le passage à la dizaine supérieure. Là.

318 G : Mais tu n'en parles jamais pourtant. Par exemple, tu as fait du cycle 2 - si j'ai bien compris -
319 au cours de ton premier stage. On est au CP ; on développe le passage à la dizaine supérieur. Il
320 faudrait que les gamins puissent dire, sur l'exemple $9 + 5$ au moins, 9 et 1, 10, et 4 : le passage
321 à la dizaine supérieure. Tu n'as pas beaucoup d'interventions du côté des procédures qu'ils
322 pourraient mettre en œuvre. Pour faire ce que tu appelles - c'est toi-même qui appelle cela dans
323 ta fiche - du calcul pensé. On ne pense pas beaucoup pour faire ces calculs ! Tu accentues
324 même une façon de faire par la suite, au cours des exercices suivants. Tu voudrais qu'ils aient
325 une façon de calculer qui serait un peu du calcul réfléchi : $9 + 5$ et passage à la dizaine. Et toi,
326 au cours même de tes petits exercices, tu as accentué une façon de faire qui serait ? Au bout du
327 compte ?

328 S : Ben, de le savoir !

329 G : Oui là, tu n'as rien à dire. On va revenir là-dessus. On pourrait savoir directement les
330 résultats. Mais soit on sait directement les résultats, soit on les reconstruit. Avec du calcul !
331 C'est au niveau du calcul. Mais toi, tu leur suggères ou ils parlent d'une autre procédure que
332 l'on devrait voir disparaître en CE2 !

333 S : Les doigts ?
334 G : Oui, le surcomptage. Cela n'est pas possible. Et toi, tu traites cette procédure de la même
335 façon.
336 S : D'accord.
337 G : Tu n'as aucune influence sur les procédures qu'ils utilisent à l'heure actuelle ! Est-ce que je
338 me fais bien comprendre ?
339 S : Oui, oui...
340 G : C'est à dire que tu attribues la même valeur à ceux qui utilisent leurs doigts, à ceux qui
341 savent le résultat par cœur et à ceux qui seraient amenés à faire du calcul plus pensé. Tu dois
342 avoir une influence là-dessus ! Parce que tu dois amener ces élèves de CE2 - ils ont
343 normalement ce type de compétences en CE1 - à faire du calcul réfléchi. Ce que tu n'as pas fait
344 ce matin à mon avis. C'est donc beaucoup trop puéril quand même ! A mon avis, c'est
345 beaucoup trop simple ! Trop simple, ce que tu donnes. Je ne parle pas d'Anthony !
346 S : oui.
347 G : Après, on reviendra sur Anthony. Mais globalement, ce que tu proposes est beaucoup trop
348 simple et je ne proposerais pas cela.

349 Il y avait quelques exercices que tu aies pu voir. Donc, sur quoi, on peut s'appuyer quand c'est
350 la somme de deux nombres à un chiffre ?
351 S : ...
352 G : Ajouter un, ce n'est pas du calcul pensé. C'est trouver le successeur d'un nombre dans la
353 comptine numérique. Trois, le suivant de trois quand j'ajoute un, c'est quatre. Ce n'est pas du
354 calcul pensé. Là, on ne pense pas beaucoup. Le seul où on pense un petit peu... Ben, il n'y en a
355 pas beaucoup où on pense ! Je suis quand même surpris ! C'est 9 et 5, parce que j'ai pris cet
356 exemple là. Alors donne moi sur quoi on pourrait s'appuyer par exemple : 8 et 7 ?
357 G : Écris cela sur ta feuille ; pour avoir une idée des procédures de calcul pensé. Ils devraient
358 les avoir acquises en CE1.
359 S : 8 et 7 ?
360 G : Ouais !
361 S : Ben $8 + 2 + 5$!
362 G : Par exemple, Écris 8 et 7. Cela pourrait... Donc
363 S : $8 + 7$?
364 G : Alors $8 + 2 + 5$. Cela peut s'appuyer sur... C'est cela que tu dois développer chez les
365 enfants. Mais d'autres ?
366 S : D'autres ? Ben Oui...
367 G : Oui, d'autres procédures ?
368 S : Je ne sais pas $9 + 6$, euh... $7 + 6$.
369 G : Oui, mais tu ne vas pas trouver directement ! A propos de $8 + 7$, trouve d'autres façons de
370 faire que $8 + 2 + 5$?
371 S : ...
372 G : Comment pourrait-on trouver si on ne connaît pas le résultat ?
373 S : Ben... $7 + 7$.
374 G : Ben oui...
375 S : $+ 1$
376 G : Voilà ! Donc, on s'appuie soit sur la dizaine, soit sur des doubles par exemple. Tu ne me
377 sors pas... Ce que je constate quand même, c'est que tu ne me sors pas cela directement ! Tu
378 n'as peut-être pas compris ma question ?
379 S : ah oui...
380 G : Mais tu ne me sors pas cela directement. Donc, tu n'y penses pas toi-même en présentant
381 des exercices. Tu ne sais pas sur quel genre de calculs pensés, ils devraient s'appuyer pour
382 raisonner.

383 S : Ben oui, j'avais pensé à celui-là ; mais effectivement, je n'avais pas pensé à ...
384 G : Donc ce n'est pas...très clair. C'est du calcul pensé. Soit on a directement le résultat en
385 mémoire et on fait $8 + 7 = 15$, soit on le reconstruit par du calcul pensé. Mais en aucun cas, je
386 ne le reconstruis en utilisant le surcomptage. Ce n'est plus possible de leur faire utiliser le
387 surcomptage en CE2 ! Or tu n'as eu aucune intervention sur les procédures des enfants. Je ne
388 sais pas si... Je suis même sûr que tes exercices ne sont pas adaptés à ce que je dis.
389 S : Oui, d'accord, c'est bon ! Mes exercices sont trop simples. J'ai compris !
390 G : Bon, il y en a un qui commence à devenir un peu plus intéressant : $9 + 5$; mais on n'a
391 jamais réfléchi aux procédures pour trouver $9 + 5$.

392 S : Bon, alors là, quand je leur donne ça : $9 + 5$. Il y a besoin de quelque chose de plus
393 compliqué, il y a besoin du passage à la dizaine. Quand je leur dis $9 + 5$. Ils notent leur résultat
394 sur l'ardoise. Tu leur demandes comment ils ont fait ?
395 G : Tu peux leur demander à quelques uns d'expliquer comment ils ont fait. Bien sûr ! Et tu
396 dois insister sur des méthodes qui sont du côté du calcul. Leur dire : non ! Maintenant on ne va
397 pas utiliser les doigts, on doit savoir que 8, il manque quoi pour faire dix ? Il manque 2.. On
398 leur dit cela... S'ils n'ont pas l'habitude de faire ça, mais ils devraient savoir tous faire cela. Je ne
399 sais pas. Je n'ai aucune idée ; les exercices que tu as proposés ce matin sont tels qu'ils ne
400 mettent pas cela en valeur. Mais si tu fais des choses plus compliquées, tu vas pouvoir discuter
401 des procédures de calcul pensé avec eux. C'est pour tes élèves. Il faut mettre en évidence
402 plusieurs façons de faire mais j'ai bien dit : calcul ! En évitant de parler du surcomptage, et tu
403 dois même leur dire d'éviter cela. Tu ne dois pas rester neutre.
404 G : Est-ce que c'est un peu plus clair ?
405 S : Oui...

406 G : On ne sait pas trop...Tu n'as certainement pas trouvé ces procédures de calculs dans le
407 ERMEL CE2.
408 Il y a un beau chapitre. Tu as regardé un peu le ERMEL ?
409 S : Oui, je sais. Il y a un chapitre sur cette question.
410 G : Mais tu n'as pas choisi de faire des exercices comme ça ? C'est cela qui me surprend.
411 Pourquoi ne pas avoir choisi ceux qui sont bien faits dans le ERMEL, puisque tu l'as et que
412 Charlotte l'utilise ? Pourquoi ne pas avoir choisi de faire cela ? Cela te paraît trop compliqué ?
413 S : Ben... je ne sais pas trop quoi dire...
414 G : Hein, pourquoi tu n'as pas choisi ceux du ERMEL ?
415 G : Bon, c'est pour le calcul pensé. Maintenant il faut qu'ils mémorisent des choses. Puisque tu
416 utilises le ERMEL, il y a plein de jeux numériques qui n'existent pas pour l'instant dans la
417 classe. Charlotte ne les a pas non plus ? Les jeux numériques ? Pour mémoriser des résultats ?
418 S : Je ne sais pas.
419 G : Tu ne sais pas. Donc là dedans on parle de jeux numériques, donc si tu utilises le ERMEL,
420 il faut prendre les jeux numériques, elle a peut-être ces jeux. Il faudrait qu'un jour les enfants
421 sachent directement $8 + 7 = 15$.
422 S : C'est où là dedans ?
423 G : Tu n'as pas trop feuilleté ou quoi ?
424 S : Ben si, mais... Euh !
425 G : Est-ce que tu vas t'appuyer sur celui là ? Parce que Charlotte a l'habitude de l'utiliser. Est-
426 ce que tu continues ?
427 S : Ben si... Si je prends d'autres manuels, c'est...
428 G : Tu as envie de l'utiliser ? C'est cela que je voudrais savoir ?
429 S : Si, oui.

430 G : Essaie de l'utiliser tel que. Après, il y aura des problèmes de mise en œuvre. Ce n'est pas
431 facile. Donc, tu n'as pas de problèmes particuliers, donc tu es capable de mettre cela en œuvre
432 si tu as envie. Tu n'es pas obligée...

433 S : Non, mais si !

434 G : Bon, alors cela demande un peu de travail. Mais Charlotte a déjà... Alors sur le calcul
435 réfléchi, il y a plein de choses. *G feuillette les pages du ERMEL...*

436 G : Savoir calculer, présentation de ... page 147... On te dit ce qu'il faut faire, période par
437 période. Est-ce que tu connais ? Vous n'avez jamais vu cela en formation ?

438 S : Non.

439 G : Qui avais-tu l'année dernière ? En cycle 2 ? On ne t'a jamais parlé du cycle deux ?

440 S : En cycle 2, j'avais A...

441 G : Ah oui, il ne t'a jamais parlé de...

442 S : On n'a pas fait cela ! On n'a jamais fait le calcul réfléchi.

443 G : Bon, tu prends un module : savoir calculer... page 147. Tu regardes tous les jeux... Jeux
444 destinés à assurer la maîtrise des répertoires ! Les cartes recto-verso, les dominos, jeux de
445 bataille... Des choses comme ça. Alors tous ces jeux là permettent d'avoir une autre façon de
446 travailler aussi. Ce n'est pas du collectif-oral. C'est du travail par petits groupes, cela te
447 changerait... C'est tout ça qu'il faut mettre en place...

448 S : Je pense qu'elle doit les avoir.

449 G : Et bien peut être, peut être que oui. Cela serait bien de regarder ! Autrement cela s'achète
450 ou cela se construit. Numéri-cartes, il n'y a pas cela ? Mais si ! Il y a une boîte là !

451 S : Oui, il y a cette boîte.

452 G : Fait voir, on n'a pas parlé de cela. Charlotte a tout ! Quelle chance ! Ça, c'est pour nos
453 collègues, elle a Numéri-cartes ! Des jeux dit-on ! Pour mémoriser les résultats ! Ce n'est pas
454 cela ? Jeux destinés à assurer la maîtrise des répertoires, Numéri-cartes CE2. Donc tu ne savais
455 pas que cela existait ?

456 S : Non.

457 G : Il faudrait mieux que tu utilises ça. C'est fait pour cela. Et tu changerais de structures ; tu
458 aurais une autre façon de travailler. Il faut que tu perdes quand même cette idée de travailler
459 collectivement. Là, je te vois ponctuellement. Quand même, ils n'ont pas calculé ce matin !
460 C'est clair !

461 S : oui.

462 G : Donc tel que cela s'est passé lors de l'exercice de calcul pensé, c'est beaucoup trop puéril...
463 J'emploie ce mot là.

464 Bon, maintenant il y a le problème d'Anthony, on peut en parler. J'ai écrit : "trop facile, à part
465 Anthony." Il vaudrait mieux lui consacrer un temps particulier... Je ne sais pas, tu as vu
466 Anthony, tu l'as interrogé. Tu trouves que c'est bien. Après tu as arrêté. Alors je vais te
467 montrer une attitude positive. Au début Anthony était en échec.

468 S : Bon la dernière fois, au dernier cours où je suis allé. On a fait des exercices de calcul
469 réfléchi.

470 G : Oui, tu étais là. On avait parlé de ça. Cycle 3.

471 S : On avait parlé de ça, mais tu n'as pas dit finalement... Tu nous as demandé : qu'est-ce que
472 vous voulez faire? Mais tu n'as rien dit, tu as laissé en plan après !

473 G : Oui, j'ai laissé en plan.

474 S : Ben moi, mon problème est toujours le même !

475 G : Oui, Anthony, manifestement (...)

476 S : Bon, alors j'ai essayé, je ne sais pas, j'ai essayé de... Mais ça le bloque! Bon, j'ai arrêté !

477 G : Tu as eu raison ! On avait parlé de ça. Comment mettre en valeur un élève ; on l'a évoqué.
478 C'est moi qui jouait au Candide. C'était quand même fort quand je jouais au Candide à propos
479 du calcul pensé. Moi, qui ne sait pas faire ! On ne va pas encore me demander ! Et, je suis seul

480 dans mon cas... C'est un peu ce qui s'est passé quand j'ai simulé ça avec vous. C'est angoissant
481 pour moi ! On ne va pas m'embêter ! Et après le coup suivant. C'est une attitude positive, il a
482 écrit 8, tu as dit "très bien" ! Heureusement que tu lui remontes le moral de temps en temps.
483 Mais manifestement, tu ne lui apportes pas grand chose car il est le seul dans ce cas là. Parce
484 que c'était trop puéril.

485 S : C'est là que je me suis dit que... effectivement il y aura quelque chose à faire pour Anthony
486 à un autre cours.

487 G : Oui, pour lui.

488 S : C'est pour ça que j'ai arrêté.

489 G : Bon le calcul, c'est très bien de reprendre ce que l'on a simulé. Faire du calcul pensé! Il faut
490 réellement du calcul pensé. Au cours du calcul pensé, si tu constates des choses moins puérides
491 que Anthony ne réussit pas... Je crois qu'il ne faut pas le mettre en valeur. Il participe à la
492 classe, en tant que telle. Donc, je prends position quand même ! Si ce n'est pas clair, tu me
493 redemandes. Il participe à la classe en tant que telle parce que c'est un moment plutôt collectif.
494 Toi, tu vois qu'il ne progresse pas, mais on ne va pas le mettre en valeur.

495 S : oui, oui...

496 G : Ce n'est pas à ce moment là qu'il va apprendre quelque chose. C'est quand il fera des jeux.
497 Il faut à tout prix que tu le fasses. Si tu arrives à prendre 3 ou 4 élèves avec toi pour faire
498 quelque chose avec eux. C'est au cours de ce moment là que tu pourras travailler avec lui. Tu
499 utilises du matériel éventuellement. Pic Bille ! Il aura besoin de Pic Bille ! Tu peux noter cela.
500 Il n'a pas idée de ce qu'est... Il était gêné quand tu faisais avec les doigts là ! Cela le concernait,
501 tu te rappelles ? Tu as voulu sortir les doigts mais on n'y voit rien ! c'était 7 ou 8, (*G simule
502 avec ses doigts les quantités évoquées*),
503 S : 7 + 3.

504 G : Tu étais gênée. Donc lui, il faut qu'il voit le matériel de Pic Bille. Tu le connais ? Tu devrais
505 le récupérer, pour Anthony en particulier, ou pour 2 ou 3 élèves qui auraient du mal. Qu'il
506 sache que 8, c'est 5 + 3... Je vais prendre 7, c'est mieux parce que c'était l'exercice 7. C'est 5 +
507 2 et il manque 3 pour faire la dizaine. Tu vois de quoi je parle ? On voit cela sur le matériel Pic
508 Bille. Les boîtes jaunes. Anthony a besoin de cela. Le fait de faire avec les doigts,
509 collectivement, ne lui apporte rien. Est-ce que j'ai été très clair !

510 S : oui, oui.

511 G : Donc tu fais du calcul pensé, réellement pensé, pour toute la classe. Tu mets en évidence
512 des procédures qui sont des procédures de calcul !

513 S : oui.

514 G : Autour des doubles pour l'instant, c'est beaucoup plus compliqué après. Les doubles, c'est
515 le niveau CP ou CE1. Ou autour du passage à la dizaine.

516 Je ne déforme pas trop ce que tu as fait ce matin. Mais ce n'était pas du calcul. Donc tout le
517 reste de la classe travaille, tu insistes sur les procédures, tu constates que certains sont largués.

518 S : hu, hu...

519 G : Tu ne les interrogues pas mais tu dois leur ménager autre chose. Le procédé Lamartinière
520 est fait pour avoir une vision globale de la classe au travail. Ce qui était caricatural ce matin,
521 c'était 1, 2 ou 3... Marine s'est trompée une fois et c'est tout. Je n'ai noté que Marine. Je n'ai
522 pas bien vu peut être. Arthur, n'a pas répondu une fois.

523 Est-ce que je suis clair sur le calcul pensé. Oui, il faut que t'apportes quelque chose.

524 S : Oui. Les boîtes de Pic Bille.

525 G : Tu pourras les prendre, pour travailler à l'extérieur si tu n'en as pas. Mais tu as besoin de
526 faire quelque chose pour lui si vraiment il a des problèmes.

527 Mais peut-être ne voulait -il pas se concentrer ? Il avait toujours un décalage de 1. Je ne sais
528 pas si c'est du lard ou du cochon. C'est à toi de voir. Peut-être s'amuse-t-il à jouer le rôle de
529 l'élève mauvais ? Ou bien est-il vraiment très mauvais ? Il faut voir avec la maîtresse. Tu l'avais
530 repéré? Est-il repéré comme étant très mauvais ?

531 S : Ben, il a des problèmes, oui.
532 G : Tu dois te ménager un temps pour repérer 3 ou 4, 5 élèves qui ont vraiment besoin de toi.
533 Tu y arriveras, c'est possible ?
534 S : Je vais essayer !
535 G : En changeant de structure. C'est très bien, un moment de Numéri-cartes pendant qu'ils sont
536 autonomes. Tu as de la chance d'avoir du très bon matériel. Hop, ils font un truc entre eux
537 puisque c'est autour du répertoire numérique. Et pendant ce temps, tu t'occupes des élèves qui
538 ont besoin de toi ou tu joues une partie collective avec eux pour montrer comment cela
539 marche.

540 Bon, ça va ? Tu as vu comment est structuré mon entretien ? Comment tu as vu comment
541 j'essaie de le structurer à partir de mes notes ? Alors bien insister sur les structures
542 pédagogiques qui doivent être variées ; te libérer du temps à tout prix, non pas pour corriger
543 des cahiers - parce que j'ai pris cet exemple - mais pour aller vers les élèves qui ont besoin de
544 toi à certains moments. C'est cela pour l'instant.

545 G : C'était pour le calcul pensé. Mais c'est bien d'en faire. Si je n'avais pas simulé ça avec vous,
546 vous n'en n'auriez jamais fait ?
547 S : Non, je ne savais pas... Et les classes que j'ai vues n'en faisaient pas.
548 G : Je me demandais où tu avais vu cela. Je ne pensais pas que tu étais avec moi au premier
549 cours.
550 S : Aux deux premiers cours, je suis allée.
551 G : Ah bon, au moins tu reproduis ce que tu vois. Ce n'est pas si mal que cela !

552 Mais cela doit être plus scandé que cela ce que dit le maître. Ce n'est pas assez (*claquement*
553 *dans les mains de G*). Ce n'est pas assez rapide. Ils n'avaient normalement pas le temps de
554 surcompter. Ils devaient avoir le résultat dans la tête.
555 *moment de silence*
556 Appuies-toi quand même sur le ERMEL que pour l'instant tu n'as pas dû feuilleter beaucoup.
557 S : Si, si, si !

558 G : Oui mais tu n'as pas pris les exercices. Je ne comprends pourquoi tu n'as pas choisi de
559 prendre les trucs du module 1 ? Période 1.
560 S : Ben oui, je ne sais pas.
561 G : Je voudrais le savoir. Je ne sais pas actuellement pourquoi tu n'as pas pris cela ? Puisque
562 Charlotte utilise le ERMEL.
563 S : Oui mais Charlotte, elle n'a pas fait encore de calcul réfléchi !
564 G : C'est bizarre. C'est cela que j'aimerais savoir en tant que formateur ! Tu as le truc (...)
565 S : Mais parce que ! J'ai vu, j'ai vu dans d'autres classes, faire de cette façon !
566 G : Oui, c'est cela. Tu t'es plus appuyée sur le travail que tu as vu dans la classe de CM2 que tu
567 as citée. Tu avais l'impression que tu copiais davantage le travail de la maîtresse. Madame E.
568 chez qui tu étais en pratique filée, non ?
569 S : Oui. Là, au début du mois, de l'année.
570 G : Donc tu as l'impression que tu copies davantage Madame E. de CM2
571 S : Et bien, j'essaie de (...). J'essaie de reprendre !
572 G : C'est normal ! C'est cela. C'est à la manière de madame E. plutôt qu'à la manière des
573 Numéri-cartes du ERMEL ?
574 S : Mais je pense que c'est normal qu'en débutant on essaie des trucs et qu'on regarde au fur à
575 mesure si ça fonctionne ou pas.
576 G : c'est normal, c'est normal ! Mais je ne sais pas ce que la maîtresse formatrice de CM2 a fait.
577 Mais ce n'était pas trop puéril, ce qu'elle a fait quand même, ce qu'elle proposait en CM2 ?

578 S : Non, non !
579 Mais non, mais c'était... D'ailleurs, elle a dit qu'elle n'était pas sûre que c'était une bonne
580 méthode, hein.
581 G : Mais c'est quoi en gros la méthode de E. que tu copiais ce matin ?
582 S : Et bien, c'est aller progressivement, ajouter au début un petit, puis augmenter...

583 G : Bon. On en a parlé l'autre jour. En calcul réfléchi, il est clair que s'ils n'y arrivent pas, il
584 faut leur donner des exemples très simples ou tous réussissent. On a dit cela, l'autre fois, tu le
585 confirmes ?
586 Ca c'est du côté de madame E. s'ils ne réussissent pas, on leur donne un exercice facile où tout
587 le monde réussit pour leur remonter le moral ! Mais ils ne seraient pas amenés à faire du calcul
588 réfléchi. C'est autre chose, cela doit s'appuyer sur des résultats mémorisés ; on doit travailler
589 avec des Numéri-cartes, des jeux numériques, etc. ...

590 S : En fait, là, je me rends compte que j'ai fait plus la récitation de la table d'addition plutôt que
591 du calcul réfléchi.

592 G : Et nous, nous pensons... Moi, je pense - je ne devrais pas dire nous, mais je pense que
593 beaucoup le pensent - que ça ne sert à rien de réciter la table d'addition comme à une certaine
594 époque. On n'était pas meilleur pour autant. Il faut mémoriser - on n'a pas dit le contraire -
595 mais pour mémoriser, il faut s'appuyer sur quelques faits numériques que l'on a en mémoire.
596 Donc, on reconstruit d'abord ! Et petit à petit, on reconstruit grâce à ces jeux, on va garder ça
597 en mémoire.
598 C'est l'idée actuelle. Mais on n'apprend pas par cœur les tables, les enfants apprenaient par
599 cœur les tables et ne calculaient jamais. Ils ne faisaient pas de calcul réfléchi. Je parle trop ? Je
600 vais trop vite ?
601 S : Mais, ils ont quand même... depuis le début de l'année, ils ont revu les tables, donc elles ont
602 bien été apprises à un moment ou à un autre !
603 G : Oui, mais je ne sais pas si c'est bien. J'espère qu'elle n'a pas fait réciter la table de ajouter 1.
604 Ton idée la table de ajouter 3, ce matin ?
605 S : 3, 4, 5 !
606 G : Oui, j'ai bien compris. Donc, c'était une idée de tables ! Heureusement que tu mets dans les
607 deux sens ! Je ne crois pas beaucoup à ça. Mais c'est normal qu'ils sachent les résultats. C'est
608 autre chose.
609 S : Ils ont quand même réécrit tout cela sur leur cahier !
610 G : La table de 3, 4 et 5. C'est Charlotte qui l'a fait. C'est normal qu'ils connaissent les résultats
611 mémorisés de ajouter 3... Je ne dis pas le contraire.
612 S : J'ai bien compris. Le but du calcul réfléchi n'est pas de leur faire réciter. C'est d'aider à la
613 réflexion.
614 G : Ce n'est pas de la mémorisation. A priori, la mémorisation peut venir. Avant on apprenait
615 les tables, c'était notoirement insuffisant. Maintenant, c'est plus moderne à mon avis, on utilise
616 des jeux, fabriqués par ERMEL ici, qui permettent de mémoriser en jouant.
617 Ca va. C'est cela l'idée. J'espère avoir été assez clair. Ce sera soumis à la critique de mes
618 collègues (*rires*). On verra bien... Ce qu'ils diront éventuellement...
619 S : Ca va !

620 G : après la deuxième partie ?
621 S : Alors la deuxième partie, en fait, j'ai fait...
622 G : D'où cela vient ?
623 S : Ca vient du ERMEL.
624 G : Tel que, tu peux me dire la page et la...

625 S : Oui, Cent... 189. Je crois. Problèmes additifs
626 G : Problèmes additifs, la boîte.
627 S : Oui, le tout début, le calcul additif et ... et soustractif... Page 129, c'est ça. Parce que en
628 fait, ils ont fait ce premier, ils ont fait ça. Avec la, la... Ils ont fait le problème du manège !
629 Dans résolution de problèmes.
630 G : Montre-moi.
631 S : Le problème c'est que là dedans, pour faire ces problèmes, il y a besoin de faire des
632 soustractions. Et ils ne savent pas les faire ! Donc, on s'est aperçu, je suis venu la voir lundi
633 dernier... J'étais là, quand elle a fait les problèmes. On s'est aperçu que la majorité ne savait pas
634 faire les soustractions. Donc, on a décidé de reprendre...
635 G : De faire des petits problèmes additifs et soustractifs.
636 (...)
637 Mais les nombres que tu as choisis ce matin étaient plus faciles que les nombres qui sont
638 proposés ici ?
639 S : Ouais !
640 G : Ce ne sont pas ceux-là ?
641 S : Oh, ici, ce n'est pas beaucoup plus difficile !
642 G : Pas beaucoup plus difficile...
643 S : Enfin, ils sont...
644 G : Quand même, regarde de près (*ton amusé*)
645 C'est plus difficile que les tiens.
646 S : Ceux-là, dans la reprise...
647 G : Comment ?
648 S : Dans la reprise ! Dans la deuxième étape du... Mais là, ils ne sont pas plus difficiles !
649 G : Alors a priori, tu aurais fait aujourd'hui la première étape ? C'est ça ?
650 S : Oui...
651 G : Recherche individuelle, les enfants (...)
652 S : Même pas la première étape. Euh... Si l'étape 1, la première phase.
653 G : C'est la première phase ; alors, que penses-tu, après avoir fait tout cela ? As-tu vraiment
654 utilisé le ERMEL, tu l'as bien en tête ?
655 S : Oui, je crois. Enfin, Bien en tête... Je me suis appuyée dessus...
656 G : D'accord. Mais cela te plaît ? Est-ce que la mise en œuvre a été correcte, conformément à
657 ce que dit ERMEL ?
658 S : Non, je n'ai pas fait exactement ce qu'ils disent... de toute façon, quand je travaille sur le
659 ERMEL, je ne fais pas exactement comme ils disent ! Parce que...
660 G : Tu n'as pas envie de faire comme ils disent ?
661 S : Ben... Je trouve qu'il y a des choses qui...
662 G : Alors, qu'est-ce qui te déplaisait éventuellement ? Tu ne sais plus...
663 S : Euh...
664 G : Bon ! On va parler autrement. En tout cas, tu n'aurais pas fait la mise en œuvre préconisée
665 par ERMEL ?
666 S : Ben... Si... Il y a des choses... Si, si ! Dans l'ensemble, c'est la même chose ! Sauf qu'il y a
667 des choses que... Que... Si, en effet l'énoncé du problème... La recherche individuelle... Alors,
668 effectivement j'ai peut-être pris un... Eux, ils prennent 12 cubes au début, 24 à la fin.
669 G : Oui
670 S : Moi, j'ai pris 8 et 12.
671 G : Avec le souci de prendre des plus petits nombres ?
672 S : Plus simples ! En fait, j'aurais peut être dû prendre ce qu'ils proposaient. Les deux nombres
673 que j'ai donnés appartiennent au répertoire additif, exemple $8 + = 12$. C'est pour cela que j'ai
674 (...)
675 G : Donc, tu as voulu choisir systématiquement dans le répertoire additif.

676 S : Pour qu'ils... que... Qu'ils expliquent bien ce qu'ils ont vu, l'addition à trou ou directement
677 le... Et après, j'ai fait le cas du double !

678 G : Est-ce que ERMEL donne des explications sur les procédures des enfants dans le cas de
679 petits nombres ?

680 S : Oui.

681 G : Pour des petits nombres ?

682 S : Euh... Attends... (*elle feuillette l'ouvrage*)

683 G : je voudrais bien que ce soit lié avec la manière dont tu mets en œuvre l'animation de la
684 séance. Il y a deux choses : l'animation et le contenu. Il faut parler des deux choses. Es-tu
685 satisfaite de ton animation ? Essaies de changer en prenant en compte ce que j'essaie de te faire
686 dire depuis ce matin. Essaie de changer les structures pédagogiques et ensuite nous changerons
687 éventuellement le contenu !

688 S : ...

689 G : Comment conduis-tu la séance ?

690 S : Ben, j'ai donné un énoncé collectif... Je leur ai demandé de faire une recherche individuelle

691 G : C'est cela.

692 S : Et ceux qui avaient fini le...

693 G : Ce petit exercice...

694 S : Le petit exercice, voilà...

695 G : Il y avait plein d'exercices au tableau, que tu découvrais en ouvrant le tableau et ils les
696 faisaient dans l'ordre. C'est cela ?

697 S : Oui, oui...

698 G : Et après, qu'avais-tu prévu de faire ?

699 S : La mise en commun.

700 G : La mise en commun.

701 S : Sur le premier exercice !

702 G : Que sur le premier exercice...

703 S : Enfin sur le premier et puis...

704 G : C'est cela qui est décrit dans ta fiche de préparation ? Je ne l'ai même pas regardé. Placer en
705 situation... Recherche dans les cahiers... Vers les procédures que l'on a mises en évidence...
706 (*inaudible*)

707 Et tu pensais qu'il y avait une mise en commun des procédures pour le premier exercice

708 S : Hu, hu...

709 G : Le premier exercice qui portait sur 8...

710 S : $8 + \dots = 12$?

711 G : $= 12$... Et c'est surtout cela que tu voulais faire ?

712 S : oui.

713 G : La mise en commun, c'était surtout...

714 S : C'est ce que j'ai fait !

715 G : C'est ce que tu as fait, elle portait surtout pour le premier exercice ?

716 S : Oui

717 G : Et le reste des exercices ?

718 S : Le reste des exercices, c'était au départ pour (...)

719 G : pour les occuper.

720 S : Ben, pour qu'ils s'entraînent

721 G : Pour ceux qui allaient plus vite ?

722 S : Voilà ! Ils étaient à mon avis moins simples, enfin, plus compliqués.

723 G : Plus compliqués. Voilà.

724 S : Au fur et à mesure...

725 G : Oui...

726 (*silence*)

727 G : Et que penses-tu de cette mise en œuvre ? Telle qu'elle a été vécue ?
728 S : Et bien je pense que la mise en commun n'a servi à rien !
729
730 G : Bon. Et tu as été maladroite, parce que c'est trop simple, encore une fois ! 8 et 4, la façon
731 simple de répondre, c'est (...)
732 S : Non ! Moi, je ne pense pas que c'était trop simple. Ils ont quand même expliqué comment
733 ils avaient fait : l'addition à trou ou l'addition directement.
734 G : Oui, mais je ne sais pas si c'est une addition à trou ! Justement ! L'addition à trou est une
735 technique que l'on emploie quand les nombres sont compliqués.
736 S : Oui mais en fait, elle... Elle a écrit et puis après, elle...
737 G : C'est une façon d'écrire car il faut rentrer.

738 Je dois bien me faire comprendre. Une addition à trou, c'est $24 + \dots$ quelque chose donne 61
739 par exemple. C'est une addition à trou qu'ils ont peut être vue en CE1. Ils sont en CE2 ! C'est
740 une addition à trou. On a besoin de poser... Écris pour que tu puisses voir les nombres que j'ai
741 choisis ! 24, on part de 24 plus quelque chose, égal 61.
742 S : Oui.
743 G : Là, on a besoin de poser cela sous forme de... Tu sais la faire, l'addition à trou ? Je vérifie
744 quand même... Comment fais-tu ? Tu n'as jamais vu cela ?
745 S : Non !
746 G : Il y en a des trous dans la formation ! En cycle 2, l'année dernière, on ne t'a pas dit
747 comment il fallait faire les additions à trou, en tant que technique opératoire ?
748 S : Non ! Enfin, on nous a ? je ne vais pas le dire devant...
749 G : Mais dit quand même...
750 S : Bon, en cycle 1, en cycle 2, l'année dernière, en math, on n'a rien eu !
751 G : Tu penses que tu n'as rien eu sur le cycle 2 en math, l'année dernière.
752 Donc $24 + \dots$ Tu ne sais pas quelle est la technique de l'addition à trou, à l'heure actuelle. Sans
753 comparer les ensembles...
754 Alors $24 + \dots = 61$; tu ne sais pas ce que l'on dit comme baratin ?
755 S : Non, je ne sais pas !
756 G : Ca c'est l'addition à trou !
757 S : Et bien, dis-moi ce que l'on dit !
758 G : Bon, alors ce que l'on peut dire, c'est : $24 + \dots$ quelque chose, pour aller à 61 ; alors, le mot
759 de vocabulaire utilisé : 4. Je dois fabriquer 1. Les gens disent 4 pour aller à 1.
760 Je ne peux pas donc c'est 4 pour aller à 11. Tu n'as jamais vu cela ?
761 S : Non.
762 G : C'est cela que l'on appelle l'addition à trou ? Je t'explique une technique opératoire
763 compliquée. On va aller jusqu'au bout. 4 pour aller à 11, donc. Comment font les enfants ? 4
764 pour aller à 11, calcul pensé, dis-moi ?
765 S : Ben $4 + 6$ pour aller à 10, plus 1.
766 G : Voilà. C'est pour cela que l'on a besoin de s'appuyer sur "pour aller à". Il y a plein
767 d'exercices dans le ERMEL qui se disent "pour aller à". C'est un vocabulaire classique que tu
768 n'as employé qu'une seule fois. Or c'était cela l'essentiel du vocabulaire à utiliser aujourd'hui.
769 Donc 4 pour aller à 11 ; c'est cela que tu dois poser comme exercice de calcul pensé. 4 ! Pour
770 aller à 11 ? Procédé Lamartinière ! Ensuite, ils expliqueront plusieurs façons de faire.
771 S : Alors en calcul réfléchi aussi, je peux le faire ? Ca 4 pour aller à 11 ?
772 G : Oui ! Bien sûr, bien sûr ! Parce qu'ils auront besoin de cette présentation des exercices
773 pour ensuite faire des additions à trou. Donc, on peut faire cela ; c'est aussi du calcul pensé.
774 Cela te paraît plus compliqué ! Ils doivent s'habituer à ces trucs . 4 pour aller à 11 ! Ils
775 répondront : 4 pour aller à 11, je vais essayer ; 7, s'ils s'appuient sur le 10 ; 4 pour aller à 10, 6,
776 plus 1. Et j'ai bien fait du calcul pensé.

777 S : Alors à partir de maintenant quand je fais ce genre d'exercice, 4 pour aller à 11 et qu'ils me
778 disent, j'ai compté sur mes doigts. Je dis : je veux une autre...

779 G : Oui.

780 S : Et si... Je dois la donner la solution ?

781 G : Oui ! La solution doit être représentée sur ... (*G écrit sur le cahier de la stagiaire*) ; 4, je
782 dois aller à 11. Pour aller à 11, je vais aller à 10, je me rapproche ; pourquoi ai-je choisi le 10 ?
783 On sait que 10 par rapport à 11, on voit de suite. D'accord ? Tu vois en gros ?

784 S : Oui, oui.

785 G : C'est une procédure intéressante à mettre en évidence.

786 Mais, ce que tu as fait ce matin, c'est en aucun cas cela. La synthèse que tu as faite, la mise en
787 évidence des procédures faite ce matin, ne s'appuyait pas sur des procédures de ce type. Elles
788 n'existaient pas. Je ne sais pas si tu es convaincue ? Je peux te montrer : les enfants savaient par
789 cœur : 8 pour aller à 12, ils savaient, ils disaient 8 et 4. Ils savaient ! Ils savaient le résultat, 8 et
790 4, 12, point final ! Donc en fait - c'est mon interprétation - on n'avait pas à faire réfléchir sur les
791 procédures, pour ton premier exercice. Pour moi, c'était juste comprendre la situation. Cela
792 voulait dire qu'ils allaient avoir à faire des exercices ; et tu leur lançais un exercice facile. Est-ce
793 que je me fais comprendre ? Je ne suis pas sûr.

794 S : Si, si.

795 G : Alors l'exercice était rendu difficile car il n'y avait pas de support écrit. Tu l'avais voulu ?

796 S : Oui, il n'y avait pas de support écrit... Ils font tout à l'oral, d'habitude.

797 G : C'est pour cela ; mais, on ne dit pas, même à l'oral, que l'on peut écrire les nombres 8 et 4 ?

798 S : Le maître présente la boîte et les cubes... Il y a 12 cubes dans la boîte, je vais ajouter - je ne
799 vous dis pas combien - la la la... On se retourne et (...)

800 G : On ne dit pas d'écrire les nombres au tableau ?

801 S : Non.

802 G : Donc tu as voulu copier ça. C'était voulu ?

803 S : Oui, c'était voulu, ben, j'ai... J'ai pris comme... Il y a des choses que j'ai modifiées mais ça
804 j'ai pris (...)

805 G : tel quel !

806 S : tel quel.

807 G : Est-ce que le ERMEL faisait une synthèse des procédures, dans la foulée ou non ?

808 S : Oui... La mise en commun... Elle a un rôle essentiel dans le processus d'apprentissage...

809 G : Oui mais là, sur le premier exercice 8 et 4 ?

810 S : Oui ! Recherche individuelle... Tu as l'énoncé, recherche individuelle... Donc les
811 procédures... Gna gna, gna... Les élèves utilisent papier et crayon pour rechercher... Et après
812 mis en commun !

813 G : Mais on ne parlait pas du premier exercice : 8 + 4. Ça n'existe pas dans le livre.

814 S : Ben non, puisque c'était avec un autre exemple !

815 G : D'accord. ... Donc pour moi, Mais je suis entrain de refaire... Une difficulté du ERMEL
816 réside dans la mise en oeuvre. Elle n'est certainement pas assez détaillée. Je ne sais pas si je l'ai
817 déjà dit ?

818 S : Oui. Je suis d'accord !

819 G : Maintenant si tu as envie d'utiliser le ERMEL - ce qui est très bien - il faut que tu travailles
820 la mise en oeuvre de ces problèmes. Je suis obligé de reprendre ce point. Je dois être très clair
821 sinon cela ne servira à rien. Donc pour moi, c'est très bien d'avoir choisi des exercices niveau
822 ERMEL. A mon avis, ils étaient puérils ! Trop simples !

823 S : Oui, je sais ; tu l'as déjà dit !

824 G : Oui, mais sur cela encore ! Sur ça... Trop simples, trop simples !

825 Donc, le premier exercice 8 et 4, c'était pour lancer la machine. En simulant avec les cubes ; il
826 fallait donner le résultat directement.

827 S : Tout de suite (...)

828 G : D'accord ? Après, que fallait-il faire ?

829 S : Plus compliqué...

830 G : Comme tu l'avais proposé au tableau, en changeant les nombres. Alors maintenant, je vais
831 changer ta mise en œuvre ! Pour pouvoir être libéré...

832 S : C'est ce que j'ai essayé de faire... Pour pouvoir être libérée !

833 G : Donc recherche individuelle, c'est bien... Alors je suis entrain de refaire tel que je l'aurais
834 fait mais tu vas me poser des questions...

835 Donc recherche individuelle sur des exercices listés au tableau...

836 S : Oui, oui.

837 G : Recherche individuelle puis mise en commun à 3 ou 4 personnes...

838 G : Recherche individuelle puis mise en commun à 3 ou 4 personnes...

839 S : Ouais, mais ils n'ont jamais travaillé en groupe ! Tu travailles en groupe, comme ça,
840 directement !

841 G : Oui ! Oui, La structure est voulue de telle façon qu'ici manifestement ils puissent travailler
842 en groupe. La maîtresse n'a peut être pas commencé mais elle travaille en groupe sinon elle
843 n'aurait pas choisi une structure comme cela.

844 S : Oui, ben oui...

845 G : Au bout d'une semaine, tu n'as pas voulu essayer le travail de groupe.

846 S : Je n'ai pas encore essayé.

847 G : Bon, c'est parfait. Donc, essaie ! Recherche individuelle, garde cette idée.

848 S : Ils passent tellement leur temps, quand tu les laisses faire un petit peu... Ils passent... Bon,
849 je pourrais peut être essayer de faire le groupe la prochaine fois (...)

850 G : Oui (...)

851 S : que tu viens

852 G : Si tu veux, oui.

853 S : Tu verras, à mon avis, ils font tout... Sauf de la recherche en groupe !

854 G : Bon ! Tu as bien laissé... Gardons cette idée : recherche individuelle déjà.

855 S : Oui, mais ce que je te dis. Après la recherche individuelle, de faire une recherche en groupe.
856 Pendant la recherche en groupe, ils ne le feront pas !

857 G : Ils ne le feront pas. Mais tu n'en sais rien puisque tu n'as pas essayé.

858 S : Ah mais non, j'essayerai... La prochaine fois que tu viens, tu verras...

859 G : Mais tu n'en sais rien puisque tu as dit que tu ne l'as pas fait ; c'est honnête, actuellement tu
860 ne l'as pas fait. C'est une idée a priori ; tu affirmes que cela ne marchera pas. Donc, tu n'es pas
861 convaincue que le travail de groupe puisse fonctionner ?

862 S : Dans cette classe, non.

863 G : Voilà. C'est bien, c'est important de le dire.

864 S : Je le pense. C'est vrai que je ne l'ai pas essayé. J'ai bien l'intention d'essayer pendant le stage
865 mais je pense que (...)

866 G : Essaie ! A mon avis, essaie.

867 S : C'est un avis a priori, je sais bien que le travail en groupe aura du mal...

868 G : Tel qu'il est décrit (...)

869 S : du mal à fonctionner dans cette... cette classe.

870 G : Tu crois ?

871 Essaie. A mon avis, cela permettra de te libérer un peu et de... Tu vas voir... je ne peux rien
872 dire sur ce qui va se passer. Mais je pense que Charlotte travaille en groupe. Si elle a mis les
873 tables ainsi (...)

874 S : Oh oui, oui.
875 G : C'est qu'elle y croit, je n'en sais rien mais... Tu as peut-être peur de la discipline ?
876 S : Ben...
877 G : C'est cela ?
878 S : Oui !
879 G : Il faut le dire ! Est-ce cela ?
880 S : Mais non ! Je pense que ce sera un bazar.
881 G : Le bazar. Ce qui te gêne, c'est du côté de la discipline ?
882 S : hu, hu.
883 G : Ta hantise serait la discipline ?
884 S : Ma hantise... Non... pas ma hantise, mais...
885 G : Non, mais tu te dis : ho la la ! Si jamais si je ne les ai pas collectivement (...)
886 S : Ben non, tu les as vus assez calmes aujourd'hui, mais... Moi, quand je suis arrivé mardi...
887 euh... J'ai eu l'impression toute la journée de...
888 G : faire la police (...)
889 S : Voilà !

890 G : Mais peut-être que l'une des explications, c'est une gestion trop collective. Au bout d'un
891 moment les enfants en ont marre... Trop collectif-oral, donc si tu changes de structure, si tu
892 varies les structures, à un moment donné. Afin que tout le monde ne soit pas toujours en train
893 d'écouter la maîtresse dans le calme absolu. Tu arriveras peut-être à faire en sorte qu'il n'y ait
894 pas de problème.

895 Je n'ai pas vu de problème de discipline ce matin.
896 S : Non, je t'ai dit, ce matin ! Je ne sais pas si c'est dû à ta présence ou bien au fait qu'au fur et
897 à mesure, ils se...
898 G : Je ne peux rien dire.
899 S : Non, mais... Je vais voir cette après-midi.
900 G : Mais pense bien à varier les structures ! Donc je pense quand même que tu as envie de les
901 garder collectivement, car tu crains des problèmes de discipline ? Je ne me trompe pas ?
902 S : Heu... Oui... Tu ne te trompes pas !
903 G : Essaie quand même.
904 S : Non mais j'ai bien l'intention d'essayer mais...

905 G : Je reviens sur tout cela. Il fallait les faire rechercher individuellement et échanger
906 collectivement leurs façons de trouver afin de voir s'ils étaient d'accord sur le résultat. Cela
907 suppose un support écrit individuel dont ils ne disposaient pas. Une phase en commun...
908 S : Et un peu moins pu...; puéril...
909 G : C'est mon vocabulaire ! Un peu plus compliqué !

910 *Une maîtresse, la directrice, titulaire de la classe, rentre dans la classe avec les élèves.*
911 *L'entretien semble avoir duré une heure. Ce qui est une durée plutôt importante pour la*
912 *norme habituelle de ce type d'entretien.*
913
914 *"M : Je vous ramène les élèves."*
915
916 *Le PIUFM échange quelques mots avec la directrice, titulaire de la classe. Elle déclare ne*
917 *pas avoir encore fait de travail de groupe mais devoir commencer bientôt...*
918

ANNEXE N°3

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 :

- 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 photocopiés,...),
- être attentif aux réactions des élèves,
- tirer parti de leurs erreurs et de leurs réussites.

Indicateurs possibles

- 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 :

- 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.

Indicateurs possibles

- 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)



1997-1998


- Quimper
 Site de Rennes
 St-Brieuc
 Vannes

STAGE EN RESPONSABILITÉ

Premier degré

FICHE DE VISITE N° 5

(1^{re} visite Responsabilités 2)

Nom patronymique : FERRAND	
Nom marital : LALOZ	
Prénom : Béatrice	
Ecole : Primaire Kennedy	Classe : CE2 Nombre d'élèves : 22
Date : 12/10/95	Heure : MATINÉE
Séquences observées (thème et discipline) : MATHS	
Nom du formateur et qualité : G - LE POCHÉ	
<p>Appréciation générale du formateur</p> <p>un début de stage convenable. Il faut maintenant revoir les structures pédagogiques et mettre en place la différenciation nécessaire.</p>	
Date : 12/10/95	Signature du formateur :
	
Observations éventuelles du stagiaire :	
<p>Signature du stagiaire : _____ Date : _____</p>	
TSVP ☺	

Fiche de visite (verso)

CONSTATS		CONSEILS :	
Conception des situations d'apprentissage		OBJECTIFS FIXES, DEMARCHES SUGGEREES, etc...	
<p>* MATHS : un début d'articulation du ERREL, grâce à côté de travail de calcul et les structures additives</p> <p>* classe correctement préparée, mais le cahier journalier fait défaut.</p>	<p>→ pour développer confiance à cet égard à la découverte.</p> <p>Ne pas se fier à maître en place les jours de la semaine Numériques.</p> <p>→ maître en place en cahier journalier avec une partie observations.</p>		
<p>Conduite de la classe et prise en compte des élèves. Tenir collectif très important</p> <p>* Maths : calcul pose et problèmes arithmétiques</p> <p>→ calcul pose : les exercices proposés ne nécessitent pas les procédures de calcul pose → il faut maître en évidence des procédures de type : écrire son problème arithmétique. maître en demande à écriture</p> <p>* Français : expression écrite</p>	<p>→ Alternance des différents situations pédagogiques : E/R, problèmes écrits/ dictés/ oral (1/4 h est une bonne durée)</p> <p>→ toujours un travail de groupe : une exploitation des points de vue après rédaction de procédures (travail collectif)</p> <p>→ Le raisonnement collectif à l'écrit en fin de le cycle de la main à l'écrit en base.</p>		
<p>Analyse de la pratique et évaluation (entretien)</p> <p>L'essentiel est passé, la formation de l'élève des mathématiques est un peu facile.</p>			

voir « compétences attendues » page 2 du dossier

Formation Continue

- LES ATELIERS DE RECHERCHES EN MATHEMATIQUES

LES ATELIERS DE RECHERCHES EN MATHÉMATIQUES
(expérimentation dans les classes et formation des professeurs d'écoles)
Pierre Eysseric

L'objet de cet article est la présentation d'une expérimentation que j'ai pilotée durant 6 années dans quelques classes des écoles primaires du Var: la mise en place d'un lieu et d'un temps pour le plaisir de chercher en mathématiques. Nous présenterons d'abord le dispositif que nous avons essayé d'expérimenter, puis, après un bref historique du projet, nous analyserons quelques unes des difficultés rencontrées et le décalage entre le dispositif projeté et les réalisations actuelles. Enfin nous envisagerons les perspectives de ce travail à travers un certain nombre de questions qu'il reste à approfondir pour améliorer le fonctionnement de ces activités de recherche en classe et mieux comprendre leur impact sur l'ensemble des apprentissages et en particulier celui des mathématiques et nous terminerons par la relation d'une recherche effectuée en octobre-novembre 1997 dans un CM2 de Rians.

1 Présentation du dispositif.

Nous souhaitons commencer par une description du dispositif tel qu'il a été projeté et nous examinerons plus loin les écarts entre celui-ci et les réalisations dans les classes. Il s'agit de transposer dans les classes de l'école primaire un style de travail, celui des chercheurs en mathématiques. L'image de cercles concentriques centrés sur l'enfant (ou sur le chercheur) permet une description assez simple de cette transposition.

1.1 De la recherche à la publication.

Le premier cercle est constitué par l'enfant et son sujet de recherche, c'est à dire une question qu'il se pose, qui rentre dans le champ des mathématiques et à laquelle il a envie de pouvoir répondre; le sujet peut être proposé par l'enfant ou par un tiers (l'enseignant par exemple) mais dans tous les cas l'élève doit se l'être approprié et se sentir responsable de la recherche d'une solution au problème posé.

Le deuxième cercle comprend deux ou trois élèves: ceux qui ont le même sujet de recherche ou des copains avec lesquels on parle librement de son travail; son équivalent dans la communauté scientifique, ce sont les collègues du laboratoire, ceux que l'on accroche au détour d'un couloir ou devant la machine à café pour leur faire part d'une idée, d'une question, d'un obstacle rencontré, d'un article intéressant, ... Ce cercle, bien que très informel, n'est pas sans importance; c'est un espace de liberté: on peut travailler seul mais on a aussi le droit d'échanger avec d'autres, de parler sans contraintes de son travail; cela a une incidence non négligeable sur l'implication des enfants dans l'activité de recherche et la découverte du plaisir de chercher.

Le troisième cercle, c'est la classe (les élèves et leur enseignant) qui fonctionne ici un peu comme un laboratoire avec son directeur de recherche. Après un temps de recherche plus au moins long les enfants vont devoir présenter leur travail à toute la classe; on peut arriver avec des solutions à proposer mais aussi avec des questions restées sans réponse, sur lesquelles on ne parvient plus à avancer. Dans ce cas on explique ce que l'on a essayé, les impasses dans lesquelles on s'est retrouvé et chacun peut intervenir pour proposer de nouvelles pistes ou pour critiquer ce

qui a été fait. A l'issue de ce débat deux situations peuvent se présenter: soit on estime que les idées échangées permettent de se remettre au travail sur ce sujet, soit on aboutit à un constat collectif d'impasse et on décide de se documenter ou de renvoyer la question au quatrième cercle (un référent mathématique extérieur à la classe qui peut être un chercheur ou un professeur de mathématiques). Lorsque par contre, l'enfant estime avoir résolu le problème qu'il s'était posé, ses solutions sont soumises à la critique sans pitié des autres élèves et de l'enseignant si cela est nécessaire; il s'agit donc de convaincre toute la classe de la valeur des réponses proposées. Si le travail présenté est accepté, validé par la classe, il va pouvoir sortir de celle-ci, être publié; cette publication pourra prendre des formes diverses: affichage dans le couloir, article dans le journal de l'école, fax adressé à une autre classe pratiquant la recherche en mathématiques, courrier envoyé à un chercheur correspondant de la classe, ... On entre alors dans le quatrième cercle, mais avant d'en arriver là plusieurs allers et retours entre le premier et le troisième cercle sont souvent nécessaires et il n'est pas rare qu'un enfant arrivé convaincu d'avoir une excellente réponse doive à l'issue d'une discussion parfois acharnée convenir qu'il doit se remettre à l'ouvrage. On a, par exemple, le cas de cet élève de CM2 qui est arrivé un jour devant ses camarades très fier de sa découverte et persuadé de convaincre tout le monde. *« Il y a une infinité de fractions, et je vais vous le prouver » a-t-il déclaré et il a alors entrepris de dessiner au tableau un grand carré. « Je le partage comme ça, on a $1/2$; je recommence et j'ai $1/4$. »* Et il continue ainsi jusqu'au moment où son carré est entièrement couvert de craie blanche; il conclut alors en disant: *« et etc, on peut toujours repartager et donc, les fractions, c'est infini! »* Le résultat est alors vivement contesté par deux élèves qui pensent qu'on ne peut pas continuer: le carré est tout blanc, il n'y a plus rien à partager. L'élève reprend son argumentation mais ne parvient pas à les convaincre. Le maître conclut alors la discussion en renvoyant chacun à la recherche: *« Il faut que vous retravailliez là-dessus; lorsque vous aurez quelque chose de neuf, vous revenez en parler. »* La semaine suivante l'élève a affiné sa démonstration; il reprend comme la première fois, mais avant que tout le tableau ait blanchi, il s'arrête et leur dit: *« Vous voyez ce petit carré. Bon, je l'agrandis, je fais un zoom comme pour les photos et je recommence le partage et comme ça, je peux toujours continuer! »* Cette fois tout le monde est convaincu mais les deux contestataires veulent tout de même intervenir: en cherchant des arguments pour convaincre la classe que leur copain avait tort, ils sont parvenus à la même conclusion que lui mais d'une autre façon. *« Quand on écrit les fractions $1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$, ... on multiplie le nombre du bas par deux et cela nous chaque fois une nouvelle fraction; comme on peut toujours recommencer et remultiplier par deux, et bien on voit que les fractions, c'est infini! »* Tout le monde étant d'accord, on décide de mettre ces deux argumentations au propre et de les afficher dans le couloir. Dans ce troisième cercle le rôle de l'enseignant comme directeur de recherche est fondamental: c'est lui qui régule les échanges, qui gère les allers et retours entre recherche et communication jusqu'à la validation d'un résultat à publier ou au constat qu'on ne sait pas et au recours à une aide extérieure.

Le quatrième cercle est extérieur à la classe: à l'origine du projet, c'était un chercheur, un spécialiste des mathématiques auquel on peut envoyer les travaux de la classe (des résultats, mais aussi des questions restées sans réponse), quelqu'un d'extérieur à la classe, à l'école et qui peut être le garant de la qualité mathématique des travaux réalisés et ainsi autoriser leur publication. En fait on verra que dans la pratique les choses se sont souvent passées différemment, ce quatrième cercle se traduisant surtout par la publication, la communication hors la classe des travaux de recherche des enfants.

Enfin le dernier cercle est le congrès annuel des enfants chercheurs: tous les ans les enfants qui ont fait au cours de l'année scolaire des travaux de recherche en mathématiques viennent les présenter au cours du congrès Maths en Stock. Lors des premiers congrès les effectifs étant peu nombreux la présentation prenait la forme de communications orales. Avec entre 300 et 450 participants aux derniers congrès Maths en Stock, nous avons privilégié la communication par voie d'affiche et l'organisation d'ateliers de recherche en mathématiques. Ce congrès est un peu

l'aboutissement du travail de toute une année tout en étant aussi pour certains enfants un tremplin vers d'autres recherches à travers les sujets découverts au cours de la journée. C'est une sorte de fête des mathématiques et l'engouement des enfants surprend souvent les parents accompagnateurs. « *Ils sont fous; c'est leur sortie de fin d'année, on leur fait faire des maths toute la journée, et en plus, ils sont contents!* », nous a dits l'un d'eux.

1.2 Un lieu et un temps pour le plaisir de chercher en mathématiques.

Après cette description des différentes étapes de la recherche en classe, revenons sur quelques mots clefs qui permettent de mieux comprendre les activités proposées.

"Un lieu".

Les recherches en mathématiques se déroulent dans la classe, avec l'enseignant de celle-ci. Il ne saurait être question pour nous de transférer cette activité en dehors de la classe et de faire une sorte de club mathématique, ou de la confier à un intervenant extérieur. Les ateliers de recherche en mathématiques (que nous désignerons par ARM dans la suite du texte) doivent faire partie du travail de la classe et ne pas se situer à côté. Dans la mesure où nous espérons un impact des ARM sur les apprentissages en mathématiques des enfants, leur immersion dans les activités ordinaires de la classe nous semble fondamentale. Nous voulons éviter de produire un dédoublement des mathématiques dans la tête des enfants: d'un côté, les "maths sympa" du club math ou de l'intervenant extérieur, et de l'autre les "maths rasoir" de la classe, du maître ou de la maîtresse. L'unité de lieu est une condition nécessaire au maintien de l'unité des mathématiques.

"Un temps".

Les ARM sont un des moments de l'activité mathématiques des enfants dans la classe; un moment important, mais un moment limité: selon les classes, les ARM représentent en moyenne entre 30 min et 1 h par semaine. L'ARM, lieu d'apprentissage d'une démarche, doit exister avec (et non remplacer) les situations d'apprentissage des savoirs figurant au programme de mathématiques de la classe. L'objectif à terme est de faire évoluer l'image que les enfants ont des mathématiques et de leur permettre d'aborder dans un autre état d'esprit les apprentissages plus classiques.

"Le plaisir".

Nous voulons faire découvrir aux enfants des mathématiques qui peuvent être source de plaisir au même titre que la lecture, la musique, la peinture, ... Cette découverte passe par la liberté: peut-il y avoir plaisir si on fait des mathématiques parce qu'on y est contraint? Et la question peut légitimement être posée du caractère obligatoire ou facultatif de cette activité. Nous avons choisi de proposer les ARM à tous les enfants pour deux raisons. D'une part, un enfant ne peut découvrir qu'il est possible de chercher en mathématiques et d'y trouver du plaisir, si on ne lui en offre pas l'opportunité; d'autre part, cela nous semblait indispensable pour ne pas isoler les ARM des autres apprentissages. Mais par ailleurs nous ouvrons malgré tout avec les ARM un espace de liberté dans la classe du fait que nous nous affranchissons pour un temps de la contrainte des programmes, et que l'enfant a le libre choix des problèmes qu'il va chercher à résoudre: il n'est confronté qu'à des questions qui ont stimulé sa curiosité et qu'il se pose réellement.

"Chercher en mathématiques".

Après l'évocation de l'espace de liberté des ARM, voici deux mots qui fixent le cadre, l'objet du travail. Tout est possible; la seule contrainte est de chercher et de le faire dans le champ des mathématiques. Mais tous les acteurs de l'ARM (élèves, enseignant, chercheur) ne mettent pas les mêmes réalités derrière ces mots et tout au long de l'année, le contenu des ARM va être l'objet d'une négociation dans la classe. « *Est-ce bien de la recherche? Sont-ce des mathématiques?* » Ces deux questions reviendront sans cesse dans la bouche de l'enseignant comme dans celles des enfants. Par un processus analogue à celui fonctionnant chez les personnages mis en scène par Imre Lakatos dans Preuves et réfutations au sujet des polyèdres convexes, les enfants vont, tout

en pratiquant la recherche en mathématiques, faire évoluer leur définition de celle-ci. Cette négociation permanente est un élément fondamental pour comprendre l'impact des ARM sur l'ensemble des apprentissages à l'école (les élèves manifestent dès le démarrage d'un ARM leurs conceptions à la fois des mathématiques et de la recherche, et c'est la pratique de la recherche en mathématiques qui va les conduire progressivement à réviser celles-ci) et l'investissement des enfants dans ce type d'activité (beaucoup d'enfants se remettent à exister en tant que sujet face aux mathématiques, ce dont ils ne soupçonnaient plus la possibilité); nous essayerons d'illustrer cela sur quelques exemples dans la troisième partie.

1.3 Comparaison avec d'autres dispositifs.

Le dispositif qui nous a sans doute le plus influencé lors de la conception des ARM est certainement celui de Math en Jeans (acronyme de "Méthode d'Apprentissage des THéories mathématiques en Jumelant des Etablissements pour une Approche Nouvelle du Savoir") et on pourra trouver de nombreuses ressemblances entre les ARM et les recherches en mathématiques proposées aux collégiens et aux lycéens dans le cadre des actions "Math en Jeans". Cependant dès le début nos deux dispositifs se sont différenciés sur un point important: comme nous l'avons écrit plus haut, les ARM sont intégrés dans le fonctionnement ordinaire de la classe et sont proposés à tous les élèves de celle-ci, alors que jumelages "Math en Jeans" concernent un groupe d'élèves volontaires et se déroulent en général dans l'établissement, mais en dehors des heures de cours.

D'autres dispositifs ont en commun avec les ARM l'objectif d'initier les élèves à la démarche scientifique; leurs approches de celle-ci diffèrent: l'utilisation de situations-problèmes insiste sur le franchissement d'obstacles et, si la recherche tient une place importante dans ce dispositif, c'est parce qu'elle doit permettre la construction de nouveaux savoirs mathématiques par les enfants; la résolution de problèmes ouverts (cf. travaux de l'Irem de Lyon) est elle davantage centrée sur la recherche: faire des essais, conjecturer, produire des contre-exemples, valider une conjecture, ... ; enfin, le débat scientifique (cf. travaux de Marc Legrand, Irem de Grenoble) met lui l'accent sur la négociation de la preuve, de la validation. Les ARM empruntent beaucoup à chacun de ces dispositifs, mais leur spécificité réside surtout dans la volonté de transposer dans la classe le travail du chercheur en mathématiques, en se centrant sur le processus plus que sur les résultats.

Terminons ce panorama des dispositifs qui nous ont inspirés en citant les "chantiers" et les "coins" mathématiques expérimentés depuis plus de dix ans en Suisse romande par nos collègues du Groupe de travail pour l'Etude et la Recherche de Moyens d'Enseignement et d'apprentissage de l'IRD. Ici encore, "apprendre à chercher" est l'objectif central, mais on peut noter deux différences fondamentales avec les ARM: la recherche est en général beaucoup plus cadré quant à son contenu qui doit rester dans les limites du programme de la classe et il n'y a pas de mise en contact des élèves avec le monde de la recherche en mathématiques.

2 Historique du projet.

2.1 Les débuts.

C'est dans une école de Draguignan utilisant les techniques Freinet que l'expérience a débuté au cours de l'année scolaire 91/92; elle concernait alors les soixante élèves du cycle 3 de cette école qui ont pendant un an effectué des recherches sur le thème des nombres et correspondu avec un chercheur de Jussieu. Pour une relation plus complète du travail réalisé au cours de cette première année, je renvoie à la lecture de [Eysseric & al 96].

A partir de l'année scolaire 92/93 et pour une durée de 4 ans, le projet a obtenu le soutien de l'IUFM de Nice par l'intermédiaire de son Département Interdisciplinaire d'Etudes, de Recherche

et de Formation. Durant cette deuxième année, les classes du cycle 3 de l'école F.Mireur de Draguignan étaient toujours les seules concernées par les ARM; leur thème de recherche était cette fois la géométrie et une vidéo [Eysseric & al 93] a été réalisé afin de présenter la démarche à d'autres enseignants. Enfin pour la première fois, un congrès a rassemblé au centre IUFM de Draguignan les enfants chercheurs: ce fut la première édition de Maths en Stock avec 70 élèves participants.

2.2 Expérimentation et formation.

Durant cette deuxième période (de fin 93 à juin 96), notre travail s'est articulé autour de deux axes principaux: diversifier les terrains d'expérimentation et les stabiliser; intégrer les ARM dans la formation initiale et continue des instituteurs et professeurs d'école.

2.2.1 La diversification des terrains d'expérimentation.

Celle-ci s'est réalisée par deux canaux: d'une part, l'organisation en novembre 93 d'un stage de formation continue dont l'objectif était d'initier des enseignants volontaires à la pratique des ARM et d'autre part un appel à volontaires lancé en mai 94 dans les différentes circonscriptions du Var, suivi de plusieurs conférences pédagogiques chez les IEN qui ont bien voulu nous inviter. L'organisation chaque année du Congrès Maths en Stock (120 participants pour la deuxième édition à Draguignan en avril 94, 220 pour le troisième congrès à Toulon-La Garde en juin 95 et plus de 300 à Draguignan en juin 96), la mise en relation des classes avec des personnes ressources (professeurs ou chercheurs en mathématiques) et en particulier, la collaboration de Y. Lafont, chargé de recherche au CNRS, qui a passé quatre journées dans des écoles de la circonscription de St Maximin (interview du chercheur par les enfants, animation d'ateliers de recherche, ...) ainsi que nos nombreuses visites dans des classes pour assister aux ARM et en enregistrer le contenu ont contribué à la stabilisation d'un noyau d'une dizaine d'enseignants qui pratiquent maintenant les ARM dans leurs classes depuis 3 ou 4 ans.

2.2.2 L'intégration dans la formation.

Dès le début nous avons intégré la formation dans notre projet autour des ARM. En effet, c'est à grâce à un stage de formation continue de deux fois une semaine (novembre 93, puis mars 95) que nous avons pu commencer à étendre l'expérimentation à un plus grand nombre de classes. Ces stages avaient plusieurs objectifs: initier les enseignants à une pratique personnelle de la recherche en mathématiques; les familiariser avec les ARM par des visites de classes, ainsi que des séquences de recherche avec des enfants; réfléchir ensemble aux difficultés liées à la mise en place de ces ARM ainsi qu'à leur incidence sur les apprentissages des élèves; permettre à chaque enseignant de construire son projet d'ARM pour sa classe.

C'est dans le même esprit qu'un module de formation d'une semaine a été proposé en 96 et 97 à quelques PES volontaires.

Enfin il faut signaler dans ce volet formation les huit mémoires professionnels réalisés entre 95 et 97 par des PES sur le thème des ARM; une publication actuellement en préparation fera une synthèse de ces travaux.

2.3 L'association Maths en Stock.

La nouveauté de l'année 97 a été la constitution en association loi 1901, cadre juridique qui devrait nous faciliter la recherche de subventions et assurer l'autonomie financière du projet. Les deux objectifs principaux de l'association demeurent l'expérimentation avec le suivi des 20 à 30

classes qui pratiquent les ARM dans le Var, et la formation initiale et continue. Par ailleurs, un autre axe de travail pour maths en Stock est la communication: diffusion de nos travaux via des publications et/ou des interventions dans des colloques, communication entre les classes pratiquant les ARM (publication des actes des Congrès Maths en Stock, utilisation d'internet, ...).

3. Du projet aux réalisations.

3.1 Une situation didactique inhabituelle.

Dés que nous avons présenté les ARM à des enseignants de l'école élémentaire afin de les expérimenter ailleurs qu'à l'école F.Mireur de Draguignan (cf. stage de formation continue de novembre 1993,...) nous avons été confrontés à un double mouvement qui peut paraître a priori paradoxal: d'une part un engouement pour ce type d'activité et d'autre part la crainte de s'y lancer. Et parmi les enseignants qui pratiquent actuellement les ARM dans leur classe, il y en a beaucoup qui ont hésité parfois plusieurs années avant de se lancer, remettant sans arrêt au mois ou à l'année suivante (cf. témoignage de P.Châtard en annexe). La peur de se retrouver face à des problèmes de mathématiques posés par les enfants et auxquels ils ne sont pas capables de répondre est un argument fréquemment avancé par ceux qui ont envie de commencer mais n'osent pas franchir le pas, ce qu'ils résumant souvent en disant: *"nous ne sommes pas assez bons en mathématiques pour faire cela!"*. Le manque de temps est aussi souvent invoqué, en particulier par des enseignants qui ont essayé les ARM, puis ont arrêté: *"c'est très intéressant, mais le temps n'est pas élastique, on ne peut pas tout faire..."*. T.Assude, dans son mémoire professionnel de professeur des écoles [Assude 97], tente d'expliquer ces réticences par rapport à la temporalité du dispositif. Dans les situations didactiques traditionnelles l'enseignant a la maîtrise complète du temps; en particulier, il sait toujours ce qui vient après, le déroulement des séquences et des apprentissages étant régi par un texte du savoir délimité par des programmes officiels et des manuels. Or la grande nouveauté dans les ARM, c'est qu'il n'y a pas de texte du savoir a priori, car ce qui est au centre de l'activité, ce n'est pas un savoir à construire, mais un style de travail (celui du chercheur en mathématiques). La conséquence en est une forte déstabilisation de l'enseignant qui ne peut plus maîtriser le futur, connaître la suite des événements, ce que T.Assude exprime ainsi: *"l'enseignant doit accepter le partage des responsabilités et la co-production du texte du savoir"* et cela lui permet d'énoncer *"cinq règles qui permettent de négocier le contrat de recherche et par là de faire avancer le temps de recherche:*

Règle 1: on est co-responsable de la recherche du groupe.

Règle 2: on se pose des questions et on étudie des problèmes.

Règle 3: on communique l'état d'avancement de nos recherches.

Règle 4: on doit aboutir à un produit fini.

Règle 5: les travaux doivent être validés par la classe (l'enseignant inclus)."

[Assude 97]

3.2 Qu'est-ce qu'un sujet de recherche?

L'action de chercher en mathématiques est-elle caractéristique des ARM? Nous allons répondre par la négative à cette question. La pratique des ARM et l'analyse de celle-ci nous a conduit à bien distinguer ce que nous appellerons un sujet de recherche d'un problème de recherche ou de la phase de recherche d'une situation d'apprentissage.

Dans cette dernière contrairement aux ARM, c'est le texte du savoir à construire qui est premier; il y aura dans les phases de recherche d'une situation didactique réinvestissement mais pas apprentissage de la démarche de recherche. Par contre, lorsqu'un problème de recherche est

proposé à des élèves, l'objectif est bien de leur apprendre à chercher et cela par le biais de la résolution d'un problème précis posé par l'enseignant.

Dans les ARM nous voulons transposer le plus complètement possible la démarche du chercheur; or il nous semble que celle-ci commence souvent par la formulation du problème. C'est ce qui nous conduit à opposer le sujet de recherche au problème de recherche. Dans un cas il s'agit de se poser des questions auxquelles on essayera ensuite de répondre sur un sujet que l'on choisit ou qui nous est proposé, dans l'autre on doit répondre à une question posée par un tiers. Confondre les deux aurait deux conséquences non négligeables:

- 1) restreindre très fortement l'espace de liberté des ARM;
- 2) occulter l'aspect "formulation d'un problème" de l'apprentissage de la démarche de recherche.

A ce propos il est important de remarquer que la différence entre un sujet et un problème de recherche ne se situe pas au niveau formel. Un sujet de recherche peut très bien être dévolu à la classe par l'intermédiaire d'un problème de recherche s'il est clair pour tous les acteurs que l'on attend pas seulement la solution du problème mais toutes les questions qu'il peut conduire à se poser. De même, certaines circonstances peuvent entraîner la fermeture d'une situation de recherche qui sera alors perçue comme un problème ordinaire. Nous en avons fait récemment l'expérience avec un groupe d'adultes: aussitôt le sujet exposé, un des participants a formulé sa question, et en raison de la personnalité de celui-ci et de sa situation dans le groupe, sa question s'est imposé au groupe comme la question à laquelle chacun devait répondre, entraînant chez certains un blocage du à la disparition d'un espace de liberté: ils ne se sentaient plus autorisés à poser leurs questions et, comme la question posée ne les intéressait pas, ils rejetaient l'activité.

3.3 Comment démarrer la recherche dans une classe.

Tous les enseignants ne démarrent pas la recherche dans leur classe de la même façon. Les témoignages recueillis et les observations réalisées depuis cinq ans nous permettent de proposer une classification de ces démarrages par rapport au degré d'ouverture de la situation de départ.

3.31 Ouverture totale.

Elle est en général le fait d'enseignants aguerris qui ne redoutent pas la non maîtrise du temps. Ce fut le cas d'une enseignante qui, au retour du stage de formation continue de novembre 93, a expliqué aux enfants de son CE2 les raisons de son absence d'une semaine et leur a dit qu'elle avait fait de la recherche en mathématiques; puis elle leur a proposé d'en faire autant et l'ARM a démarré ainsi avec cette seule consigne: tout est possible à condition que ce soit des mathématiques et qu'on cherche. Un autre exemple nous est fourni par une maîtresse de CE2 qui a elle commencé en distribuant à ses élèves une photocopie du sommaire d'un ouvrage intitulé "Contes de Provence" et avec la consigne: "*à partir de ce document, vous allez faire des recherches en mathématiques!*". Dans un cas comme dans l'autre on a été très rapidement confrontés à des enfants qui faisaient des opérations ou qui se posaient des petits problèmes ayant la forme de ceux résolus en classe au cours des semaines précédentes. Ainsi les élèves manifestaient d'entrée leur représentation des mathématiques et le processus de négociation évoqué en 1.2 était lancé par des remarques de certains enfants: "*est-ce de la recherche?, ...*".

3.3.2 Situations ouvertes encadrées.

Il s'agit alors de proposer une situation aux enfants et de les amener à poser leurs questions. En général, un travail important sera fait avec la classe pour trier les questions de mathématiques et

celles qui, sans être pour autant inintéressantes, relèvent d'un autre champ disciplinaire, ce qui est de la recherche et ce qui n'en est pas.

Quelques exemples:

* Un enseignant de CE2 a proposé la situation suivante: *"on jette trois dés"*, puis il a demandé aux élèves de rechercher toutes les questions que l'on pouvait se poser; celles-ci ont alors été inscrites au tableau et, dans une phase collective, on a trié les questions, ceci conduisant à donner une première définition de la recherche en mathématiques. Enfin les enfants ont été invités à choisir une des questions dont il avait été décidé collectivement qu'elles entraient dans le champ de la recherche et des mathématiques, puis à essayer de la résoudre seul ou en groupe de deux ou trois.

* La même démarche peut être envisagée avec d'autres situations comme: *"on a des pièces de 1F, de 2F et de 5F"*, ...

* Dans un CE1/CE2 on a proposé le sujet suivant: *"on choisit un nombre de trois chiffres; avec ces trois chiffres ordonnés du plus grand au plus petit, on obtient un nouveau nombre; avec ces mêmes trois chiffres ordonnés du plus petit au plus grand, on en obtient un deuxième; on calcule la différence des deux puis on recommence toutes les opérations, mais cette fois à partir du résultat obtenu, ... on observe et on se pose des questions!"*. Un groupe de cinq ou six enfants s'est passionné sur ce sujet durant plus de six mois. Ils ont conjecturé des résultats, tenté d'avancer des explications, élargi le problème aux nombres de 2, puis 4, 5 et même 6 chiffres; ils ont fait un très grand nombre de soustractions, mais cela n'était pas gratuit; cette situation avait aiguë leur curiosité sur les nombres; ils découvraient des phénomènes qu'ils avaient envie d'explorer, de comprendre et les opérations réalisées servaient à cette exploration.

3.3.3 Manipulation d'un matériel.

C'est sans doute le démarrage le plus fréquent dans les classes. Le passage par la manipulation d'un matériel permet dans un premier temps d'occulter la représentation dominante des mathématiques (*"faire des mathématiques, c'est faire des calculs"*), mais au cours des phases de communication, à travers des remarques comme: *mais est-ce que c'est des mathématiques?"*, ... , le débat sur les représentations des mathématiques et de la recherche resurgira.

Voici quelques uns des matériels qui ont été utilisés: jeux de stratégie, machines à calculer, ficelles et noeuds, motifs géométriques à reproduire, solides à construire, machines à jetons reproduisant le fonctionnement d'un ordinateur, ... Nous renvoyons à une publication ultérieure pour une description plus détaillée des travaux de recherche effectués par les enfants à partir de ces matériels. Mais une difficulté spécifique à ces points de départ mérite d'être signalée: il arrive que des enfants s'enferment dans la manipulation, jouent sans jamais faire de recherche en mathématiques; comment faire évoluer alors la situation?

Une première réponse peut être apportée par l'intermédiaire des phases de communication au cours desquelles chaque enfant devra exposer le résultat de son travail et affronter le regard critique de ces pairs; c'est souvent à travers les questions que les autres vont lui poser au sujet de ses manipulations que l'enfant va être conduit à quitter le stade du jeu pour véritablement chercher. Mais on peut aussi se demander si cette manipulation, ce jeu n'est pas lui-même un élément important de la recherche: rendre le sujet suffisamment familier pour pouvoir ensuite le questionner. Cela pourrait expliquer le fait que certains enfants aient besoin de manipuler plus longtemps que d'autres avant de passer à une "véritable recherche", les matériels proposés étant plus ou moins connus de certains enfants. Le chercheur ne passe-t-il pas lui aussi parfois beaucoup de temps à se familiariser avec son sujet avant d'être capable de formuler la question qu'il va essayer de résoudre? Et un observateur extérieur pourrait dans ces moments croire qu'il ne fait rien, car effectivement il ne produit rien, il n'y a aucune matérialisation de son travail. Certains

enfants dont nous pourrions être tenté de dire qu'ils ne font rien ne sont-ils pas un peu dans la même situation?

3.3.4 Questions fermées non traditionnelles.

Il s'agit essentiellement de problèmes ludiques extraits de rallyes mathématiques, qui, bien que généralement fermés, peuvent facilement déboucher sur une situation ouverte: une fois la question résolue (ou parfois avant même qu'elle le soit) la curiosité est aiguisée et on a envie d'aller plus loin, de se poser d'autres questions.

3.4 La communication dans les ARM.

Lors du premier contact avec les ARM, la plupart des observateurs néophytes remarquent surtout la phase d'action: la ruche bourdonnante des enfants effectuant leurs recherches en mathématiques. Et lorsqu'ils tentent de transposer l'activité dans leur classe, ils se limitent à reproduire celle-ci. Mais très rapidement, et c'est ce qui est unanimement ressorti du stage-retour de mars 95, l'activité ainsi mise en place ne les satisfait plus; ils ont l'impression de tourner en rond. En analysant ensemble ce sentiment de frustration ils ont alors pris conscience de l'importance de cette phase de communication qu'ils avaient jusqu'ici négligée parce qu'elle est coûteuse en temps, moins ludique et nécessite une organisation rigoureuse. En effet c'est la communication plus que l'action qui constitue le véritable moteur de l'ARM: la communication favorise le processus de négociation évoqué en 1.2 et l'évolution des représentations des enfants à propos de la recherche en mathématiques; c'est la communication qui permet, au travers des réactions suscitées, de relancer une recherche qui piétinait; enfin quelle signification peut avoir l'action de chercher si on n'a pas le projet de communiquer à autrui le résultat de son travail. La communication doit donc déjà exister "en projet" au moment de l'action (cf. Règles 3,4 et 5 proposées dans [Assude 97]); c'est elle qui va réguler l'ensemble du processus de l'ARM et la mise en place de celui-ci nécessite donc l'organisation par l'enseignant de cette communication des recherches dans sa classe (exposés, affiches, journaux, congrès, ...). On trouvera dans [Marill 96] (mémoire professionnel de PE) quelques analyses détaillées du rôle de la communication dans les ARM.

Enfin la communication des résultats des recherches hors la classe est en général l'occasion de réorganiser les savoirs produits, ce qui représente une part importante du travail des chercheurs.

4. Perspectives.

Après avoir évoqué dans le paragraphe précédent les points sur lesquels l'analyse des ARM a le plus avancé, il nous reste à faire un inventaire non exhaustif de questions encore très ouvertes sur les ARM. Pour beaucoup d'entre elles, nous avons des intuitions de réponses, quelques témoignages qui confirment des intimes convictions, mais le travail réalisé est encore insuffisant pour fournir des réponses bien étoffées et argumenterai. Ces questions sont ici, comme au cours de l'atelier, livrées en l'état afin de mieux situer l'avancement de notre réflexion et de susciter d'éventuelles réactions susceptibles de faire progresser celle-ci.

4.1 A quoi servent les ARM?

Y a-t-il un impact réel sur les apprentissages? sur la façon d'aborder les mathématiques? les problèmes? De nombreux témoignages nous font penser que oui (cf. annexe). Des enfants en particulier qui auparavant se plaçaient en position d'attente dès que l'enseignant annonçait un

problème de mathématiques, se mettent à chercher (sans forcément trouver), à essayer de faire quelque chose pour résoudre le problème. Mais une étude plus scientifique de cet impact reste à faire.

4.2 Le plaisir de chercher: réalité ou fantasme?

Là aussi tous les témoignages concordent, mais il faudrait réaliser une étude comparative avec les enfants ne pratiquant pas les ARM, reprenant et améliorant celle amorcée dans son mémoire professionnel par V. Monteil [Monteil 95].

4.3 Les ARM: obligatoires ou facultatifs?

Nous avons dit plus haut dans quel sens (et pourquoi) nous avons tranché cette question, mais peut-être faudra-t-il se la reposer si on va un jour au delà du stade de l'expérimentation. La question peut alors rebondir à un autre niveau, celui de l'enseignant: jusqu'ici tous les enseignants qui ont pratiqué les ARM étaient volontaires; le dispositif qui a fonctionné ainsi peut-il survivre si l'ARM est imposé à chaque enseignant comme une activité du programme parmi d'autres?

4.4 La recherche oui, mais pourquoi en mathématiques?

Qu'est-ce qui peut justifier le fait de réaliser un apprentissage de la démarche scientifique par le biais de recherches en mathématiques? Le contenu des recherches ne doit-il pas être élargi aux sciences? à d'autres disciplines? Comment situer le travail organisé dans les ARM par rapport à d'autres initiatives comme celle de G.Charpak avec "La main à la pâte"?

4.5 La mémoire du travail de la classe.

On a pu remarqué que, selon les classes, la mémoire du travail d'une séquence sur l'autre est organisée différemment: certains laissent cette mémoire entièrement à la charge des élèves, d'autres à l'opposé conservent l'ensemble des brouillons de recherche des enfants avec la date et le nom des auteurs. T.Assude dans son mémoire professionnel [Assude 97] a amorcé une étude du fonctionnement de la mémoire dans les ARM, mais ce travail encore embryonnaire mériterait d'être repris et complété.

4.6 Le rôle du chercheur.

Jusqu'à ce jour seule l'école F.Mireur a pu fonctionner avec un chercheur durant une année (91/92) suivant le dispositif projeté. Depuis deux ans Y.Lafont vient passer une journée dans deux écoles du département, mais nous ne sommes pas parvenus à mettre en place une communication régulière entre le chercheur et les classes pratiquant les ARM. Plus généralement nous n'avons pas et nous n'aurons jamais un chercheur pour chaque classe, alors... qui peut remplacer le chercheur et être cette personne-ressource, spécialiste des mathématiques, garante de la qualité mathématique des recherches effectuées? Un professeur de mathématiques? Un conseiller pédagogique spécialiste des mathématiques? ... Ces différentes pistes ont été envisagées et demandent à être approfondies, mais un élément important est apparu: on ne peut remplacer le chercheur que par quelqu'un qui a lui-même une expérience, une pratique de la recherche. Sinon on risque, si l'on n'y prend garde, d'assister à un recadrage des ARM vers la production d'un texte du savoir au détriment de la démarche de recherche. En bref il nous semble que le chercheur (professionnel) ne peut être remplacé que par un chercheur (éventuellement amateur).

4.7 La formation.

La formation à la pratique des ARM a pour l'instant été réservée à quelques volontaires qui avaient été informés de l'expérimentation. Mais la place à donner à ce dispositif dans le cadre de la formation des professeurs des écoles, mais aussi des professeurs des lycées et collèges reste à réfléchir. En parallèle, c'est plus généralement la place d'une initiation à la recherche dans la formation des enseignants, tout comme les liens entre le monde de la recherche et celui de l'éducation qui sont à repenser, ou à penser.

5. Chronique d'une recherche:

Cette chronique a été rédigée à partir d'une part de la correspondance entre la classe du CM2 de l'école de Rians et M. Yves Lafont, chargé de recherches au CNRS (IML de Luminy), et de l'enregistrement audio du travail réalisé par les enfants lors de la visite du chercheur dans leur classe. Pour la retranscription des dialogues quelques abréviations seront utilisées: C désignera le chercheur, M le maître de la classe et E_i un élève.

5.1 Travail en Atelier de Recherche en Mathématiques:

* construction d'une dizaine de solides (le matériel utilisé est le matériel Polydron: faces polygonales en plastique rigide s'emboîtant les unes dans les autres).

* observation des solides; comptage des faces, des arêtes et des sommets; organisation des résultats dans un tableau.

* formulation d'un premier problème:

"Les faces, c'est assez facile à compter; mais pour les arêtes ou les sommets, c'est plus dur! Est-il possible de trouver un moyen de calculer le nombre d'arêtes ou de sommets sans les compter?"

* ce problème amène les enfants à rechercher une éventuelle relation entre le nombre de faces, le nombre d'arêtes et le nombre de sommets d'un même solide.

5.2 Formulation devant la classe des résultats obtenus:

* plusieurs enfants ont redécouvert à partir des résultats consignés dans leur tableau la loi d'Euler:

$$\text{Nombre de faces} + \text{Nombre de sommets} - 2 = \text{Nombre d'arêtes}$$

* cette loi est exposée à la classe, discutée et vérifiée sur les différents solides fabriqués.

* toute la classe s'étant mise d'accord sur la formulation de la loi, un courrier pour Yves Lafont est préparé.

* l'enfant qui tape le fax se trompe: il inverse arêtes et sommets; ainsi le document que recevra le chercheur (fax du 27/11/97) contiendra des résultats erronés, ce qui n'était pas le cas au moment de l'exposition en classe...En outre deux questions sont posées au chercheur:

Est-ce que cette règle est générale pour tous les solides?

Peut-on trouver une loi qui nous donne le nombre d'arêtes et de sommets en connaissant le nombre de faces?

5.3 Réponse par fax du chercheur:

" Bonjour la classe « Les Pies »

J'ai bien reçu votre fax, et j'aimerais en savoir un peu plus sur vous. Par exemple, en quelle année êtes-vous? Combien êtes-vous? Quel est le nom de votre professeur?

Votre recherche porte sur un domaine très intéressant des mathématiques, qui s'appelle la *topologie*. Je pense que vous avez fait une confusion, sans doute entre les sommets et les arêtes. Pouvez-vous m'envoyer les dessins (ou les patrons) des solides que vous avez construits?

Cela dit, il y a une formule qui vaut pour beaucoup de solides, mais pas pour tous. Essayez donc de construire un solide qui ressemble à une bouée, c'est-à-dire avec un trou au milieu (les mathématiciens appellent cela un *tore*).

Essayez aussi de construire deux solides (sans trous) qui ont le même nombre de faces, mais pas le même nombre de sommets. Cela peut répondre à votre deuxième question."

5.4 Arrivée du chercheur dans l'école:

* celle-ci coïncide avec la réception du texte ci-dessus par les enfants; on retourne au travail en ARM pour:

- corriger la loi si elle est erronée;
- représenter les solides fabriqués pour illustrer la loi obtenue.

5.5 Travail en ARM en présence du chercheur:

* à partir des solides, tableau et loi sont rectifiés.

* plusieurs enfants se lancent dans la représentation des solides par un de leurs patrons; cela débouche sur de nouvelles découvertes:

- des solides différents peuvent avoir le même nombre de faces avec des nombres d'arêtes et de sommets qui diffèrent;
- Sébastien propose un chercheur une méthode pour compter les arêtes et les sommets d'un solide sur son patron.

5.6 Exposition, formulations des découvertes du matin:

* écriture de la loi corrigée:

Nombre d'arêtes = Nombre de faces + Nombre de sommets - 2

* vérification collective de la loi sur les différents solides (de nouveaux solides ont été fabriqués au cours de l'ARM du matin).

* retour aux deux questions que les enfants avaient posées au chercheur:

- à propos de la première, il leur rappelle la suggestion faite dans sa réponse écrite: essayer de construire un solide qui ressemble à une bouée.

- mais la discussion s'engage rapidement sur la deuxième question: ***peut-on trouver une loi qui nous donne le nombre d'arêtes et de sommets en connaissant le nombre de faces?***

Marlène et Michaël répondent "non" en présentant les deux solides à 8 faces qu'ils ont fabriqués:

le solide de Marlène (prisme à base hexagonale)

8 faces 12 sommets 18 arêtes

le solide de Michaël (octaèdre régulier)

8 faces 6 sommets 12 arêtes

Ils recomptent, vérifient la loi devant la classe et disent:

"Non, on ne peut pas car 8 faces donnent 6 et 12, ou 12 et 18 pour les sommets et les arêtes."

Un autre élève prend alors la parole:

"Moi je dirais non, car on est obligé d'avoir les faces et les sommets, ou les faces et les arêtes. Si on a les faces et les sommets, on peut calculer les arêtes:"

$$\text{Nombre d'arêtes} = \text{Nombre de faces} + \text{Nombre de sommets} - 2$$

Si on a les faces et les arêtes, on peut calculer les sommets:

$$\text{Nombre de sommets} = \text{Nombre d'arêtes} + 2 - \text{Nombre de faces.}''$$

* l'enfant écrit les deux formules au tableau; il s'ensuit une discussion autour de différentes formules proposées par les enfants:

$$\text{Nombre de sommets} = \text{Nombre d'arêtes} - \text{Nombre de faces} + 2$$

"C'est la même chose dans un ordre différent:"

"Les deux formules, c'est pareil: dans la première, on ajoute 2 aux arêtes et ensuite on enlève les faces; dans la deuxième, on enlève d'abord les faces, puis on ajoute 2, c'est pareil!"

La formule: $\text{Nombre de faces} = \text{Nombre d'arêtes} - \text{Nombre de sommets} + 2$, est proposée pour calculer les faces.

"Les faces, ça ne sert à rien de les calculer; c'est facile à compter!"

* les enfants prennent visiblement plaisir à ce nouveau jeu "trouver de nouvelles formules", mais il faut signaler que la plupart des formules sont énoncées en s'appuyant sur les nombres d'une ligne du tableau (un solide particulier):

$$''8 \text{ (faces)} = 12 \text{ (arêtes)} - 6 \text{ (sommets)} + 2''$$

puis sont vérifiées sur les autres solides.

* le chercheur leur propose une formule qu'aucun élève n'a énoncée jusqu'ici:

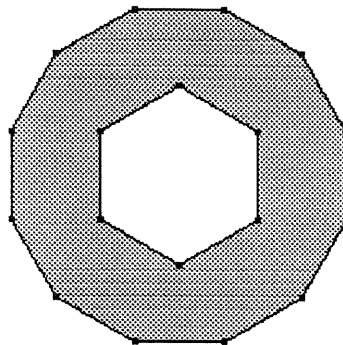
peut-on écrire $\text{Nombre de sommets} = 2 - \text{Nombre de faces} + \text{Nombre d'arêtes}$?

E: "oui, on a juste changé l'ordre; mais pour calculer, il faudrait aller dans les "moins"."

5.7 La bouée de Vivien:

* pendant la discussion ci-dessus, Vivien a construit un solide en forme de bouée; il vient le présenter et on organise le comptage des faces, des arêtes et des sommets.

C'est un prisme droit à faces latérales carrées (12 extérieures et 6 intérieures) et de base ci-dessous:



vue de dessus

* à propos des arêtes non saillantes "du trou de la bouée", surgit alors une question:

E₁: "Est-ce que ça, c'est une arête?"

E₂: "Oui, c'est une arête, car là, on compte une face, et une autre face à côté."

C: "On peut décider qu'une arête, c'est toujours la limite entre deux faces; comme cela, on ne se trompera pas; d'habitude les arêtes sont un peu comme une montagne; là on a des arêtes "presque plates" ou comme des vallées."

* un enfant remarque que le "dessus" et le "dessous" sont identiques et que cela peut raccourcir le comptage.

* Le comptage aboutit à: 42 faces 78 arêtes 36 sommets

On calcule alors: $\text{Nombre de faces} + \text{Nombre de sommets} - 2$

et on trouve ... 76.

La formule serait-elle fautive pour la bouée de Vivien?

E₁: "Il y a une erreur dans le nombre de sommets; on en a compté deux de moins."

M: "Et si c'était le nombre d'arêtes qui soit faux!"

C: "Ou une erreur pour les faces..."

E₂: "Non, les faces, on sait les compter; c'est facile sans se tromper!"

E₃: "Il y a une erreur de 2, ou alors la loi ne marche pas."

C: "Et pourquoi la loi ne marcherait pas avec ce solide?"

E₃: "Il doit y avoir une autre loi."

C: "Une autre loi pour quels solides?"

E₃: "A partir d'un nombre limité d'arêtes, de sommets, de faces, on change de loi."

C: "Quand il y a beaucoup de faces, de sommets ou d'arêtes?"

E₄: "A partir d'un certain nombre de faces, il faut changer la loi!"

On note la proposition au tableau:

Quand le nombre de faces devient grand, on change de loi.

C: "Ce serait intéressant de fabriquer d'autres solides avec beaucoup de faces, de sommets, d'arêtes; avec au moins 42 faces... Il serait aussi intéressant de fabriquer une autre bouée."

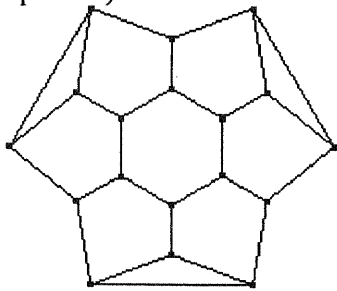
5.8 Retour à la recherche individuelle (ou en petits groupes):

- * On vérifie le comptage pour la bouée de Vivien.
- * On fabrique d'autres solides pour savoir si la loi change, et quand est-ce qu'elle change.
- * Certains utilisent ce temps pour s'appropriier les lois qui ont été écrites au tableau au cours de la discussion en les vérifiant sur des solides.

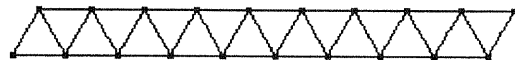
5.9 Le solide de Sébastien:

* L'annonce de la fabrication d'un nouveau "gros" solide interrompt le travail et ramène la classe à la discussion collective.

"Voilà le nouveau solide que j'ai fait; bon là, il y a des trous, mais c'est des faces..." (il a manqué de pièces et il raisonne sur un solide en partie construit avec des pièces en plastique et en partie "pensé").



"dessus" ou "dessous" (les différents polygones ne sont pas coplanaires)



"le tour"

* le comptage aboutit à: 38 faces 36 sommets 72 arêtes
et on vérifie que la loi marche...

E: "Peut-être que la loi change entre 38 et 42..."

On en restera là pour l'instant: la recherche est à poursuivre...

5.10 Discussion autour du comptage des faces du solide de Sébastien:

E₁: "Il n'y a que 19 faces, car "tout ça" (en montrant la partie supérieure du solide), c'est une seule face."

* on recompte avec cette "convention" et on aboutit à 20 faces.

E₂: "Je ne comprends pas pourquoi ça (le tour), tu dis que c'est plusieurs faces; si c'était rond (allusion à un cylindre), là, cela ne compterait qu'une seule face."

C: "Est-ce que cela change le nombre d'arêtes?"

E₂: "Il compte les arêtes par petits morceaux et il dit que le haut, c'est une seule face!... Pour moi, il y a 3 faces, 2 arêtes ... et pas de sommets!"

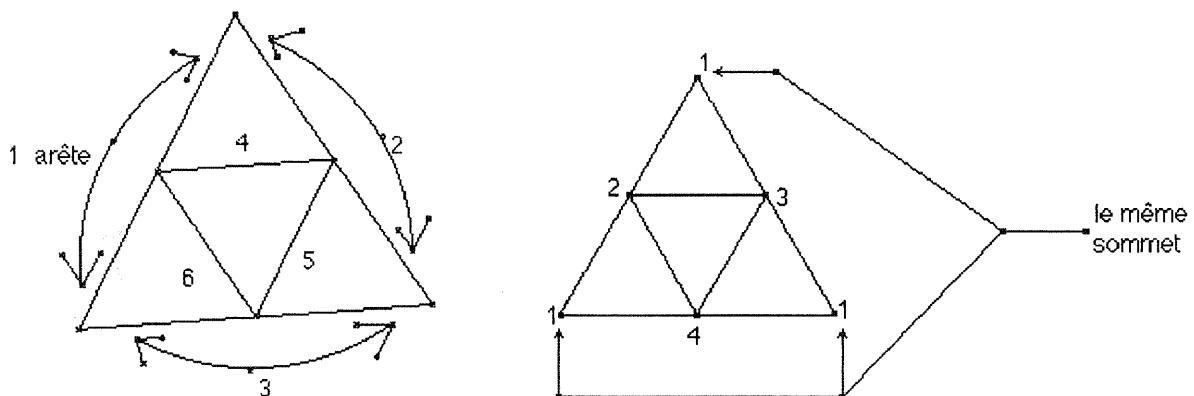
* La discussion est très animée sur ce qu'est une arête ou une face pour de tels "gros" solides; on touche là à des questions de nature topologique... (équivalence entre prisme et cylindre). La question ne sera pas tranchée et sera renvoyée à une éventuelle recherche ultérieure.

"Nous avons du mal à définir les faces dans le cas des bouées." (fax du 14/3/98)

5.11 Le comptage des sommets et des arêtes sur un patron:

Sébastien présente ce qu'il a trouvé le matin:

* la pyramide à base triangulaire (tétraèdre): "4 faces: des triangles réguliers."



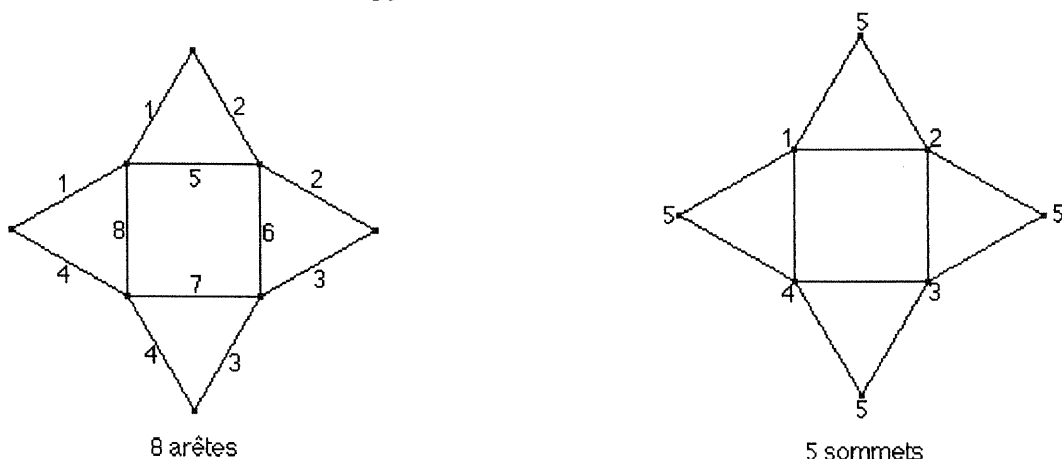
"Quand on referme "ça" et "ça", ça va se toucher! ... donc 4 arêtes."

"Tout ça là, c'est un seul sommet, donc 4 sommets."

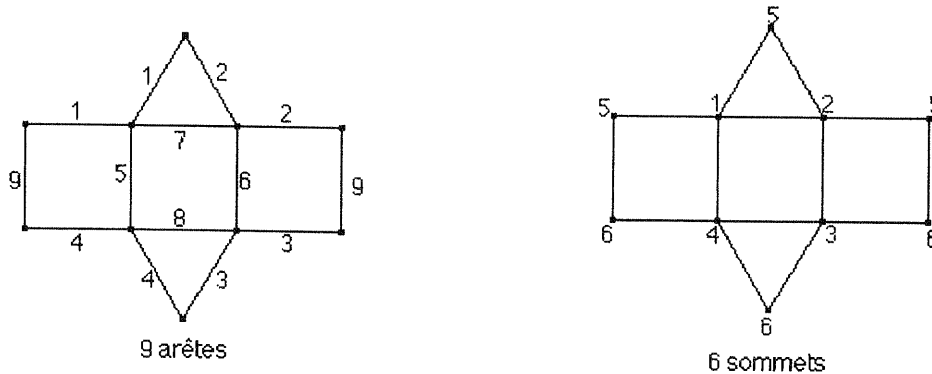
Critique: "Et pour un grand patron?"

Réponse: "C'est pareil! ça marche pour toutes les pyramides..."

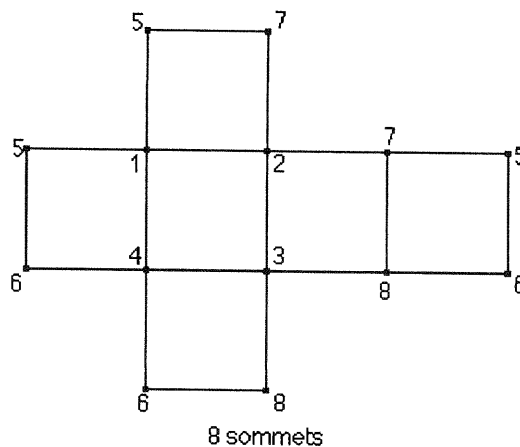
* Et il recommence avec la pyramide à base carrée:



* Il ne parvient pas à retrouver l'extension de sa méthode qu'il avait proposée le matin pour le prisme à base triangulaire. Voici ce qu'il avait expliqué au chercheur:



* Il propose alors d'essayer sa méthode pour le cube; après quelques hésitations, il y parvient pour les sommets:



"5" et "6" sont identifiés moins rapidement que les autres:

"Quand on rabat, ça va se coller là-haut et ça fait le même sommet."

Pour les arêtes, un coloriage des regroupements 2 par 2 des segments du bord du patron lui permet de conclure avec l'aide du chercheur...

5.12 Conclusion de la journée:

* On renvoie au prochain ARM les questions en suspens et la mise au propre des formulations.

* Mais les enfants voudraient poursuivre et plusieurs, avant de sortir, annonce qu'ils ont de nouveaux solides à tester.

* On repart avec:

- une loi reliant faces, arêtes et sommets, qui marche pour tous les solides fabriqués, sauf pour la bouée de Vivien; si cette loi change lorsque le nombre de faces est grand, c'est entre 38 et 42.

- une méthode pour compter les arêtes et les sommets sur le patron qui fonctionne bien pour les pyramides, mais n'est pas encore tout à fait au point pour les autres solides.

6. Bibliographie:

- Arsac G. & al [1991]: *Problème ouvert et situation-problème*. Irem de Lyon.
- Assude T. & al [1995]: *La question de la "transposition du sens"*. Actes de SFIDA 4, IMA-CNR, Genova, IV p. 15 à 20.
- Assude T. [1996]: *Styles de travail: relations entre l'éducation mathématique et l'épistémologie*, in Actes de l'Université d'été européenne, histoire et épistémologie dans l'éducation mathématique, vol. II, p. 389 à 395.
- Assude T. [1997]: *L'atelier de recherche mathématique: problèmes de temps et de mémoire*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.
- Audin P. et Duchet P. [1989]: *La recherche mathématique à l'école: "Math en Jeans"*, Séminaire de didactique des disciplines scientifiques, LSD2-IMAG, Grenoble.
- Audin P. et Duchet P. [1989]: *1000 classes, 1000 chercheurs: 1 millième*, APMEP, Paris.
- Bachelard G. [1938]: *La formation de l'esprit scientifique*, PUF, Paris.
- Baruk S. [1985]: *L'âge du capitaine (de l'erreur en mathématiques)*, Seuil, Paris.
- Bassis H. [1984]: *Je cherche donc j'apprends*, GFEN, Messidor, éditions sociales.
- Bkouche R., Charlot B. & Rouche N. [1991]: *Faire des mathématiques: le plaisir du sens*, Armand Colin, Paris.
- Boulanger P. [1984]: *La fête des petits matheux*, Tomes 1 et 2, Belin, Paris.
- Brousseau G. [1986]: *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*, RDM, Vol. 7-2, p. 83 à 115, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Charnay R. [1992]: *Problèmes ouverts, problèmes pour chercher*, Grand N, n° 51, p. 77 à 83.
- Chevallard Y. [1985]: *La transposition didactique*, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Cohen G. & al [1995]: *Récré-Maths*, Editions Pôle, Paris.
- Dossier: *"Culture mathématique et enseignement"* [1991], Cahiers pédagogiques n° 299.
- Eysseric P. & al [1993]: *Le plaisir de chercher*, document vidéo, IUFM de Nice, Service audiovisuel du centre de Draguignan.
- Eysseric P. [1994]: *Le plaisir de chercher*, journal de liaison entre les ARM, n°1 (oct.-nov. 94), IUFM de Nice, centre de Draguignan.
- Eysseric P. & al [1996]: *Le plaisir de chercher*, in *Le plaisir de chercher et autres textes ...*, IUFM de Nice.

- Eysseric P. & al [1997]: *Un chercheur dans une classe*, document vidéo, IUFM de Nice, Service audiovisuel du centre de Draguignan.
- Eysseric P. & al [1998]: *Maths en Stock: sixième congrès à Draguignan*, document vidéo, IUFM de Nice, Service audiovisuel du centre de Draguignan.
- Eysseric P. [1999]: *Le plaisir de chercher*, in Repères, n° 35, avril 1999.
- Floridi C. [1996]: *Pour une pratique des problèmes ouverts: un exemple en classe de CE1/CE2*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.
- GERME [1988]: *Modalités pour une pratique autonome des mathématiques*, IRDP, Neuchâtel.
- Groupe "Jeux et Maths" [1982, 1985 et 1990]: *Jeux 1, 2 et 3*, Brochures APMEP n° 44, n° 55 et n° 78, APMEP, Paris.
- Groupe "Jeux et Maths" [1995]: *Fichier Evariste*, Brochure APMEP n° 98, APMEP, Paris.
- Lakatos I. [1976]: *Preuves et réfutations*, Hermann, 1984, Paris.
- Lang S. [1984]: *Serge Lang fait des maths en public*, Belin, Paris.
- Lang S. [1984]: *Serge Lang, des jeunes et des maths*, Belin, Paris.
- Legrand M. [1989]: *Rationalité et démonstration mathématiques, le rapport à une communauté scientifique*, RDM, Vol. 9-3, p. 365 à 406, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Legrand M. [1993]: *Débat scientifique en cours de mathématiques*, Repères Irem n° 10, Topiques éditions.
- Legrand P. & al [1988]: *Table ronde sur la curiosité en mathématiques*, bulletin vert APMEP, P. 151 à 170, Paris.
- Lohou-Delvoye [1995]: *Le contrat didactique dans l'apprentissage de la résolution de problèmes*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.
- Margolinas C. [1993]: *De l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques*, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Marill F. [1996]: *La communication dans la recherche mathématique à l'école*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.
- Monteils V. [1995]: *Le plaisir de chercher*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.
- Nimier J. [1976]: *Mathématique et affectivité*, Stock, Paris.
- Nimier J. [1985]: *Les maths, le français, les langues ... à quoi ça sert?*, Cedic Nathan, Paris.

Petroff G. [1995]: *Recherches en mathématiques d'enfants du cycle 3: essai d'élaboration d'un document cadre pour la mise en place de cette activité dans les classes*, , Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.

Polya G. [1962]: *Comment poser et résoudre un problème?*, Editions. J. Gabay 1989, Paris.

Reboa P. [1995]: *La recherche en mathématiques au cycle 3 et la démarche scientifique*, , Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.

Sensevy G. [1996]: *Le temps didactique et la durée de l'élève. Etude d'un cas au cours moyen: le journal des fractions*, RDM, Vol. 16-1, p. 7 à 46, La Pensée Sauvage, Grenoble.

Tramontina P. [1998]: *Les Ateliers de Recherche en Mathématiques: développer une posture scientifique dès l'école primaire*, , Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.

Van der Meer R. & Gardner B. [1994]: *MATHS*, Seuil, Paris.

Zagdoun-Dantzer S. [1996]: *Comment surmonter les obstacles que pose la mise en place d'activités de recherche mathématique au cycle 3?*, Mémoire professionnel PE2, IUFM de Nice, Centre de Draguignan.

Annexe:

Témoignage de P.Châtard, PEMF à l'école J.Ferry de Draguignan (CM2)

Cela fait deux ans que mes élèves et moi-même avons le plaisir de faire de la recherche en mathématiques. J'ai eu peu de mal à convaincre mes élèves mais, en ce qui me concerne, il m'a bien fallu une année avant de vraiment me lancer!

La première chose que j'ai pu remarquer, c'est que le concept de recherche doit d'abord être construit par le maître lui-même, puis par les élèves. Il ne peut se lancer dans cette activité que s'il a une représentation lui permettant d'organiser son travail. Les élèves eux ont à peu près le même cheminement: d'abord déroutés, ils se rattachent au mot "mathématiques" en faisant des opérations, mais très rapidement passent à des résolutions de problèmes où l'on cherche. Mais est-ce bien de la recherche? Ils ne se privent pas d'ailleurs de poser plein de questions au maître afin de savoir si ce qu'ils font, c'est de la recherche.

Une fois cette étape passée (elle peut durer plus d'un mois), les enfants rentrent plus facilement en recherche. Diverses situations peuvent être proposées: situations semi-ouvertes à partir de documents, thèmes précis ou situations ouvertes liées à un contenu déjà étudié (par exemple: recherche sur les fractions) ou liées uniquement à la discipline (recherche en géométrie). Ce qui est le plus frappant, c'est l'endurance des enfants pendant ces activités à long terme. On peut l'expliquer par le fait que la recherche leur permet de donner libre cours à leur curiosité (qui n'est bien souvent contentée que très partiellement à l'école). Par l'exploitation de cette curiosité, la recherche amène les enfants à ressentir le besoin de bien structurer leur travail, de penser et d'agir avec rigueur. La communication à la classe des "trouvailles" est alors un moment très fort où tous les aspects de leur production vont être analysés, passés au peigne fin; c'est la classe qui valide ou ne valide pas une recherche, c'est elle qui met en évidence les faiblesses, les qualités, les pistes à explorer. L'enseignant doit alors se forcer à n'intervenir qu'en temps qu'animateur.

J'ai pu remarquer qu'après trois mois de recherches le contrat didactique dans la classe se trouvait transformé: les élèves abordent les apprentissages avec plus de rigueur, d'endurance; leur vision globale des problèmes est plus juste; les entrées dans les résolutions sont plus rapides, plus efficaces; leur esprit critique se développe et est toujours justifié; la fonction structurante de l'écrit est fortement ressentie. On peut aussi parler d'une contamination des autres disciplines tant au niveau des contenus (les élèves se lancent parfois dans des recherches en physique) que des procédures et des savoir-faire disciplinaires (expression orale: techniques pour convaincre, expliquer, démontrer, contrer, ...; expression écrite: idem mais avec en plus un souci de rigueur dans la présentation, de mise en page liée à la communication des recherches au groupe).

Enfin, pour conclure, la recherche transforme aussi les pratiques du maître, lui ouvre l'esprit, lui montre que les élèves évoluent avec un minimum d'assistance, d'étayage, que c'est la démarche qui est essentielle et non pas seulement les contenus ou le programme. En perdant un peu de temps, on peut passer du stade où l'enfant agit parce qu'il est élève à celui où il agit parce qu'il a un projet, la possibilité d'aller au bout de sa curiosité parce qu'il sait qu'il peut chercher seul, agir seul, trouver seul avec un réel optimisme scolaire. Pour avoir la confiance des autres, il suffit de la leur donner ...