MATHEMATIQUES

formation en didactique
didactique et formation

ACTES
du XIVème COLLOQUE
INTER-IREM des PEN

Ecole Normale d'ANGERS
14, 15 et 16 Mai 1987

Colloque organisé par la COPIRELEM avec la collaboration de l'IREM de NANTES et l'Ecole Normale d'ANGERS.

MATHEMATIQUES

formation en didactique
didactique et formation

ACTES
du XIVème COLLOQUE
INTER-IREM des PEN

Ecole Normale d'ANGERS
14, 15 et 16 Mai 1987

Colloque organisé par la COPIRELEM avec la collaboration de l'IREM de NANTES et l'Ecole Normale d'ANGERS.

SOMMAIRE

§

REMARQUE : le groupe B5 initialement prévu avait été annulé.

LISTE DES INSCRITS AU COLLOQUE

ANGER	Noëlle	CPAIDEN	49 SAUMUR	NANTES
AUBERTIN	Jean-Claude	PEN	90 BELFORT	BESANCON
AUCAGNE	Jacques	PEN	28 CHARTRES	ORLEANS-TOURS
BALDUZZI	Charles	PEN	13 AIX-EN-PROVENCE	AIX-MARSEILLE
BASSOU	Yvan	PEN	60 BEAUVAIS	AMIENS
BAUTIER	Thierry	PEN	56 VANNES	RENNES
BELLIER	Gilbert	PEN	61 ALENCON	CAEN
BERNARD	Noële	PROF LYC	78 SAINT-GERMAIN	VERSAILLES
BERTHELOT	René	PEN	64 PAU	BORDEAUX
BLANC	Michel	PROF LYC	06 NICE	NICE
BLANCHE	Daniel	PEN	79 NIORT	POITIERS
BOET	Jeannine	PEN	93 LE BOURGET	CRETEIL
BOLON	Jeanne	PEN	78 VERSAILLES	VERSAILLES
BOSC	Renée	PEN	75 MOLITOR	PARIS
BOULE	François	PEN	75 AUTEUIL	PARIS
BOURSEY	Elisabeth	PEN	69 LYON	LYON
BOYDRON	Yves	Univers.	44 NANTES	NANTES
BRISSIAUD	Rémi	PEN	95 CERGY	VERSAILLES
BROUSSEAU	Guy	Univers.	33 BORDEAUX	BORDEAUX
BRUILLARD	Eric	PEN	94 BONNEUIL	CRETEIL
BUTLEN	Denis	PEN	77 MELUN	CRETEIL
CASTELLANI	Gérard	DEN	04 DIGNE	AIX-MARSEILLE
CASTRO MARTINEZ	Incarnation		ESPAGNE	
CHAUSSEAU	Marie-Hélène	PEN	86 POITIERS	POITIERS
CHAUVAT	Danièle	PEN	49 ANGERS	NANTES
COMITI	Claude	Dir IFM	38 GRENOBLE	GRENOBLE
COROLLEUR	Annick	PEN	49 ANGERS	NANTES
CORRIEU	Louis	I.G.	75 PARIS	PARIS
COUCHOURON	Jean-François	PEN	76 ROUEN	ROUEN
COURRIERE	Michel	PEN	06 NICE	NICE
DAVIAU	Claude	PEN	49 ANGERS	NANTES
DELIN	Danielle	PEN	44 NANTES	NANTES
DELORME	Janine	IDEN-Elv	75 PARIS	PARIS
DELVIGNE	Liliane	PEN	60 BEAUVAIS	AMIENS
DEMARS	Suzanne	PEN	72 LE MANS	NANTES
DESAILLY	Danielle	IDEN-Elv	80 AMIENS	AMIENS
DESAIX	Huguette	CPEN	36 CHATEAUROUX	ORLEANS-TOURS
DOUADY	Régine	Univers.	75 PARIS VII	PARIS
DOUAIRE	Jacques	PEN	92 ANTONY	VERSAILLES
DROUIN	Claude	PEN	94 BONNEUIL	CRETEIL
DUBOIS	Colette	PEN	93 LIVRY-GARGAN	CRETEIL
DUCEL	Yves	PEN	76 ROUEN	ROUEN
DUFOUR	Jean	PEN	74 BONNEVILLE	GRENOBLE
DUPUIS	Marie-Odette	PEN	34 MONTPELLIER	MONTPELLIER
DUTILLIEUX	Geneviève	PEN	14 CAEN	CAEN
EBERHARD	Madeleine	Univers.	38 GRENOBLE	GRENOBLE
EURIAT	Jacqueline	PEN	88 EPINAL	NANCY-METZ
EXCOFFON	Yvonne	PEN	10 TROYES	REIMS
FARGE	Colette	PEN	38 GRENOBLE	GRENOBLE
FENICHEL	Muriel	PEN	93 LIVRY-GARGAN	CRETEIL
FILIPPI	Jean	PEN	83 DRAGUIGNAN	NICE
FOULON	Marc	PEN	59 DOUAI	LILLE
FREMIN	Marie-Anne	PEN	92 ANTONY	
GAIRIN-CALVO	Suzy	PEN	33 MERIGNAC	BORDEAUX
GAUDELET	Nicole	IDEN	91 LES ULIS	VERSAILLES
GAURY	Monique	CPEN	79 NIORT	POITIERS
GEDON	Robert	PEN	93 LE BOURGET	CRETEIL
GENESTAR	Henri	IDEN	49 SAUMUR	NANTES
GIANNERINI	Sylvie	PEN	95 CERGY	VERSAILLES
GIL CUADRA	Francisco		ESPAGNE	
GODIN	Marc	PEN	59 LILLE	LILLE

GUIBERT	Louisette	IDEN-PEN	44 NANTES	NANTES
GUILLAUME	Jean-Claude	INRP	75 PARIS	PARIS
HASCOET	Michèle	PEN	27 EVREUX	ROUEN
HERVIEU	Claudine	PEN	14 CAEN	CAEN
HOUDEMENT	Catherine	PEN	76 MONT-ST-AIGNAN	ROUEN
HUGUET	François	PEN	29 QUIMPER	RENNES
JAY	Yves-Pierre	PEN	01 BOURG-EN-BRESSE	LYON
JOSEPH	Robert	IDEN	54 BRIEY-EN-FORET	NANCY-METZ
JULIEN	Guy	PEN	45 ORLEANS	ORLEANS-TOURS
KERNEIS	Marcelle	CPAIDEN	56 VANNES	RENNES
KUZNIAK	Alain	PEN	27 EVREUX	ROUEN
LACHAIZE	Bernadette	PEN	50 SAINT-LO	CAEN
LALLEMENT	Marie-Hélène	PEN	55 BAR-LE-DUC	NANCY-METZ
LAMANT	Mireille	PEN	33 BORDEAUX	BORDEAUX
LAMBERT	Michèle	PEN	73 CHAMBERY	GRENOBLE
LE CORGUILLE	Yvon	CPEN	22 SAINT-BRIEUC	RENNES
LE COUTALLER	Fernande	PEN	44 SAVENAY	NANTES
LE GREVELLEC	Lucien	PEN	29 QUIMPER	RENNES
LE PEZRON	Yves	PEN	22 SAINT-BRIEUC	RENNES
LE PICART	Philippe	IDEN	49 ANGERS	NANTES
LE POCHE	Gabriel	PEN	35 RENNES	RENNES
LECLERCQ	Catherine	PEN	85 LA ROCHE/YON	NANTES
LETHIELLEUX	Claire	PEN	75 BATIGNOLLES	PARIS
LEYROLLE	Michel	PEN	15 AURILLAC	CLERMONT
LIPP	Gérard	PEN	68 GUEBWILLER	STRASBOURG
LUCCIARDI	Vincent	PEN	20 BASTIA	CORSE
MAGGION	Jean	PEN	09 FOIX	TOULOUSE
MARTIN	Francette	PEN	33 BORDEAUX	BORDEAUX
MARTINELLI	Elise	PEN	38 GRENOBLE	GRENOBLE
MEFFRE	Marie-Hélène	PEN	13 AIX-EN-PROVENCE	AIX-MARSEILLE
MELKA	Serge	CPEN	27 EVREUX	ROUEN
MERINDOL	Jean-Yves	Univers.	49 ANGERS	NANTES
MINET	Ghislaine	PEN	60 BEAUVAIS	AMIENS
MOINEAU	Françoise	IDEN	49 CHOLET	NANTES
MONET	Francette	PROF LYC	49 ANGERS	NANTES.
MYX	André	PEN	69 LYON	LYON
NOYARIE	Danielle	PEN	69 LYON	LYON
ORTOLLAND	Danièle	PEN	59 LILLE	LILLE
PAPADOPOULOS	Jacques	PEN	95 CERGY	VERSAILLES
PAUVERT	Marcelle	PEN	93 LIVRY-GARGAN	CRETEIL
PEAULT	Hervé	PEN	49 ANGERS	NANTES
PELTIER	Marie-Lise	PEN	76 ROUEN	ROUEN
PERRIN	Marie-Jeanne	Univers.	75 PARIS VII	PARIS
PERRUCHOT	Colette	PEN	21 DIJON	DIJON
PERUCCA	Jeannine	PEN	93 LIVRY-GARGAN	CRETEIL
PEZARD	Monique	PEN	92 ANTONY	VERSAILLES
PORCEL	Nicole	PEN	39 LONS-LE-SAUNIER	BESANCON
REGNAULT	Michel	IDEN	49 CHOLET	NANTES
RIMBAULT	Claude	PEN	22 SAINT-BRIEUC	RENNES
ROYE	Louis	PEN	59 LILLE	LILLE
RUIZ HIGUERAS	Luisa		ESPAGNE	
SAGUERRE	Gérard	PEN hon.	56 VANNES	RENNES
SALAMA	Linda	PEN	35 RENNES	RENNES
SALIN	Marie-Hélène	PEN	33 MERIGNAC	BORDEAUX
SIGRIST	Jean-Louis	PEN	68 GUEBWILLER	STRASBOURG
TALEB	Monique	PEN	95 CERGY	VERSAILLES
THIOLLET	Jacques	CPEN	79 NIORT	POITIERS
TORRENT	Raymond	PEN	85 LA ROCHE/YON	NANTES
UNGER	Dominique	PEN	94 BONNEUIL	CRETEIL
VALLIER	Jean-Paul	IDEN	28 CHATEAUDUN	ORLEANS-TOURS
VERNET	Jean-Marie	PEN	84 AVIGNON	AIX-MARSEILLE
VICENS	Pierre-Yves	PEN	93 LIVRY-GARGAN	CRETEIL
VIOUGEAT	Jean-Paul	DEN	61 ALENCON	CAEN
WEBER	Jeannine	IDEN-Elv	75 PARIS	PARIS
WOROBEL	Michel	PEN	89 AUXERRE	DIJON

MATHEMATIQUES
formation en didactique, didactique et formation

XIV ème COLLOQUE inter-IREM des PEN

E.N.M. ANGERS - 14.15.16 mai 1987

PROGRAMME DES JOURNEES

JEUDI 14 MAI

9 h - 10 h : Accueil des participants
10 h - 11 h : Travaux des groupes A
11 h - 12 h : Ouverture officielle du colloque

13 h 30 - 16 h 30 : Séance plénière
"La didactique des mathématiques dans la formation des instituteurs"
(G. BROUSSEAU-M. EBERHARD-L. CORRIEU-R. DOUADY)
16 h 30 - 19 h : Travaux des groupes B

VENDREDI 15 MAI

8 h 30 - 12 h : Travaux des groupes A

14 h - 16 h : Séance plénière
"Liaison préprofessionnalisation et formation des maîtres"
(Claude COMITI)
16 h - 17 h : Travaux des groupes B
17 h 30 : Visite de la cathédrale d'ANGERS (T. BAUTIER)

Soirée détente.

SAMEDI 16 MAI

9 h - 10 h 30 : Travaux des groupes A
10 h 30 - 12 h : Séance plénière
"Les rôles de l'enseignant dans l'appropriation des mathématiques"
(G. BROUSSEAU)

13 h 30 - 15 h : Travaux des groupes B
15 h - 17 h : Séance plénière de synthèse et clôture du colloque.

COMPTES-RENDUS

DES

SEANCES

PLENIERES

Séance plénière

La didactique des mathématiques dans la formation des instituteurs

Présentation du point de vue d'une équipe de formateurs de Grenoble
par
Madeleine EBERHARD, Université Grenoble I

Témoignage sur une action de formation initiale en didactique des mathématiques

Cette présentation reprend, pour une très grande part, l'exposé de M.Guillerault au premier colloque franco-allemand sur la didactique des mathématiques qui s'est tenu à Luminy en novembre 1986.

Cet exposé veut rendre compte de l'effort que nous avons mené à Grenoble pour établir des liens entre la recherche en didactique des mathématiques et la formation professionnelle initiale. Cet effort a été possible dans le contexte de Grenoble, grâce aux relations de travail existant entre les formateurs de l'école normale et les enseignants de l'université intéressés et qui se concrétisent, par exemple, par leur collaboration au sein de la rédaction de la revue "Grand N".

Ce travail de toute une équipe s'est poursuivi, au delà de l'action de formation elle-même, par la rédaction de documents rassemblés en un fascicule .(Ce fascicule intitulé "Formation des élèves-instituteurs et Didactique des Mathématiques" est publié par l'Institut de Formation des Maîtres de l'Université Grenoble1). Ainsi, dans la lignée du projet initialisé au colloque P.E.N.-Inter IREM de Bombannes en 1979 , nous avons tenté de fournir une contribution utilisable et discutable par d'autres sur les rapports entre formation initiale et didactique des mathématiques.

Conditions d'organisation et objectifs généraux

L'action de formation que nous allons décrire a été menée durant une période où l'organisation des études des élèves-instituteurs à l'école normale connaissait une stabilité relative : la période du " D.E.U.G. mention Premier Degré" dans laquelle l'enseignement de mathématiques figurait sous forme optionnelle dans le cadre d'une "dominante". Placé sous la responsabilité directe des universités et géré par l'Institut de Formation des Maîtres de Grenoble, ce diplôme universitaire se trouvait inclus dans le cursus ordinaire des études à l'école normale. L'enseignement des mathématiques correspondait à trois heures hebdomadaires de cours, assurées pendant une bonne vingtaine de semaines pour chacune des deuxième et troisième années d' études à l'école normale. Retenons surtout que le travail entrepris dans le cadre de cet enseignement de mathématiques s'étendait sur deux années, ce qui a joué un rôle considérable dans l'organisation qui a pu être mise au point. Cette action a concerné trois promotions d'élèves-instituteurs et s'est déroulée entre septembre 1982 (entrée de la première promotion) et juin 1986 (sortie de la troisième et dernière promotion).

L'objectif général de notre action de formation était d' **associer le plus étroitement possible une formation dans la discipline considérée, les mathématiques, et une réflexion sur les processus de transmission et d'acquisition des connaissances mathématiques à l'école élémentaire** qui mette en oeuvre des éléments introduits et étudiés ces dernières années par les chercheurs en didactique des mathématiques.

C'est au niveau des mathématiques enseignées à l'école élémentaire que la didactique des mathématiques a accumulé depuis une bonne quinzaine d'années le plus grand nombre de résultats de recherche et c'est même, le plus souvent, à partir d'exemples puisés à ce niveau qu'elle a mis au point et affiné ses outils conceptuels et ses méthodes. Les résultats obtenus, l'ingéniérie didactique développée pour les travaux expérimentaux, notament en classe, constituent autant de savoirs et de savoirs-faire qu'il est possible de transférer en formation initiale. Il est d'ailleurs possible, grâce à un parcours habilement mené à travers la littérature, de "couvrir" une grande partie des thèmes mathématiques traités aux différents niveaux de l'enseignement pré-élémentaire ou élémentaire grâce aux travaux déjà existants.

Dans le cadre de la dominante "Mathématiques" du "DEUG Premier Degré", il nous est apparu qu'une occasion s'ouvrait qui permettait certes d'organiser la transmission de résultats, mais qui permettait aussi d'aller au delà : c'est-à-dire d'aller vers une approche, par les étudiants eux-mêmes, des méthodes de la didactique des mathématiques et des outils qu'elle a forgés. Bien évidemment il nous fallait tenir compte du fait que **les élèves-instituteurs ne disposaient pour la plupart que de connaissances fragmentaires ou du moins inadaptées en mathématiques et que leur avenir professionnel n'était pas celui de professionnels de l'enseignement mathématique**. Ceci nous a donc conduit à conserver une part d'enseignement, que nous avons appelé "théorique" pour simplifier, et consacré à l'approfondissement de notions mathématiques figurant dans les programmes de l'école élémentaire (par exemple arithmétique élémentaire, nombres décimaux, géométrie). Cet enseignement avait donc pour objectif de permettre une réorganisation des connaissances et la constitution de savoir de références. Cette partie "théorique" n'a jamais, du point de vue des heures qui lui ont été consacrées, dépassé la moitié du temps total alloué.

En liaison étroite avec cet enseignement théorique, nous avons voulu proposer un certain nombre de thèmes d'études didactiques particulièrement aptes, chacun, à faire ressortir tel ou tel point du domaine d'étude de la didactique des mathématique (permettant, par exemple, l'étude des comportements cognitifs d'élèves ou l'analyse d' une situation didactique ou encore la construction d'une situation didactique selon un objectif bien déterminé). Cette partie de l'enseignement qui avait été baptisée "didactique" a donc correspondu, en volume horaire, à environ soixante-dix heures d'enseignement, réparties sur les deux années.

Le travail d'une équipe d'enseignants, caractéristique fondamentale de l'action de formation en didactique des mathématiques.

C'est l'une des caractéristiques fondamentales de l'action dont il est question dans ce compte rendu : pour pouvoir mener à bien cette partie "didactique" de l'enseignement, il a été possible, grâce à l'organisation du DEUG dans le cadre de la collaboration entre l'Institut de Formation des Maîtres (IFM) et l'école normale de Grenoble de constituer une équipe d'enseignants formés d'enseignants de l'école normale, de l'université et de quatre instituteurs conseillers pédagogiques auprès de l'école normale. Ces instituteurs représentaient chacun un niveau de classe donné et bénéficiaient, spécifiquement pour le DEUG, de la totalité de leur décharge d'enseignement statutaire (une journée par semaine)- ce qui a permis **tout au long de la durée de cet enseignement un très important travail de préparation ou d'analyse des séquences d'enseignement** (auquel était consacré au moins une demi-journée par semaine).

Une autre caractéristique importante de cette action de formation et qui est également à mettre au crédit de l'organisation générale de ce DEUG a été un mode de fonctionnement fondé sur la **co-intervention** possible des enseignants. La présence éventuelle de l'équipe entière d'enseignants lors du travail avec les étudiants a permis sur le plan pratique d'assurer une modularité de la composition des groupes de travail en fonction de la nature de ce travail. Mais chaque catégorie d'enseignants a pu jouer également un rôle spécifique lors du travail avec les élèves-instituteurs, rôle qui sera précisé plus loin.

Le problème du choix des thèmes d'étude.

Les thèmes à étudier dans cette partie "didactique" de l'enseignement ont été choisis en début de chaque année par l'équipe d'enseignants. Le principe qui a présidé à ces choix a été la volonté **d'illustrer chaque fois un élément différent, une facette différente du champ d'étude de la didactique des mathématiques**. Le principe d'une certaine **progression** au cours des deux années a été également appliqué, l'accent étant surtout mis en première année sur **l'observation des élèves dans une situation-problème bien définie** (analyse a priori des situations, mise en évidence des conceptions des élèves), et en seconde année sur **l'analyse ou l'élaboration de situations didactiques** (mise en jeu de la notion de variable, type de fonctionnement des connaissances). Des thèmes se prêtant particulièrement bien à l'étude d'une transposition didactique ont aussi été présentés, tandis que des questions relevant du contrat didactique ont pu être abordées à propos de certains thèmes.

Un accent important a été mis, surtout pour la première des deux années et en raison de la grande difficulté initiale rencontrée sur ce point par les étudiants, sur **l'aspect pratique des méthodes de la didactique** (mise en place d'observations, analyses de documents ou de comptes-rendus, difficultés éventuelles de recensement et de classification des différentes stratégies, etc...). Enfin l'équipe a également tenu à ce que **l'apport d'informations théoriques** provenant du champ de la didactique (ou éventuellement d'autres champs) **ne précède pas le déroulement des séquences pratiques** prévues mais, ou bien s'intègre dans le déroulement normal de celles-ci si un besoin de clarification en ce sens se faisait sentir, ou bien ne joue son rôle qu'au cours de la synthèse finale.

Le travail demandé aux étudiants à propos de chaque thème choisi correspondait à des élaborations et à des passations de questionnaires, à des entretiens de type individuel ou des observations de groupes d'élèves en interaction ou enfin à des séquences d'enseignement à observer ou à organiser dans les classes.

Il est bien évident que d'autres facteurs ont également joué dans le choix des thèmes : citons par exemple la **richesse de l'exploitation mathématique des situations**, élément qui a permis souvent de mener de front l'étude "théorique" d'une notion mathématique avec l'exploitation didactique de cette notion avec les étudiants et également de proposer aux élèves-instituteurs eux-mêmes des activités mathématiques adaptées à leur niveau. Tout aussi importants ont été les **critères de richesse des situations au niveau d'une classe ou d'adaptabilité de ces situations aux différents niveaux de l'enseignement élémentaire et pré-élémentaire.** Certains des thèmes retenus concernant la géométrie pouvaient en effet être proposés à différents niveaux d'enseignement, ce qui rendait possible la "spécialisation" momentanée d'un groupe d'élèves-instituteurs à un niveau de classe donné.

Bien entendu le choix des thèmes a dépendu également de l'époque de l'année **prévue pour le déroulement de l'activité, des recherches menées par les différents enseignants, de la disponibilité de recherches extérieures, surtout en ce qui concerne les matériaux de travail ou les recueils de données, ou de la richesse des éléments déjà recueillis par les élèves-instituteurs des promotions antérieures** (fiches de préparation, observations, analyses ou comptes-rendus). Ce dernier élément a été particulièrement important évidemment surtout pour la dernière des trois promotions concernées.

Il faut souligner à ce propos un élément essentiel du rôle joué par les membres de l'équipe enseignant dans les classes dans lesquelles se déroulaient les séances d'observation ou d'où provenait une grande partie des documents recueillis : ce sont eux qui ont joué un rôle fondamental dans la préparation des séquences didactiques et plus généralement en tout ce qui concerne la dimension diachronique ("histoire de la classe", place du thème étudié dans la progression générale de l'année, reprise éventuelle du thème dans d'autres séquences, comparaison avec les classes des années antérieures et reproductibilité des situations didactiques étudiées).

Objectifs généraux des activités proposées.

Pour mieux faire comprendre comment, pour chaque thème retenu, se sont articulées d'une part les activités proposées aux élèves-instituteurs eux-mêmes et d'autre part celles qui faisaient l'objet d'une présentation et d'une observation dans une classe, indiquons comment les objectifs généraux de cette formation ont été présentés au début de celle-ci aux étudiants. Résumons donc brièvement les points qui leur ont été indiqués et commentés lors de la première séance de travail.

1- Etude des procédures mises en œuvre par les élèves :
Le principal moyen utilisé pour mettre en évidence les modèles de fonctionnement intellectuel de l'enfant consiste à observer et à analyser dans une situation de résolution de problèmes les stratégies utilisées par les élèves, à repérer leurs erreurs et éventuellement étudier comment ils en prennent conscience et modifient leurs réponses en conséquence.

2- Evaluation du fonctionnement de notions mathématiques :
L'observation et l'analyse de l'activité de l'enfant en situation de résolution de problèmes ou lors d'exercices de contrôle permettent de discerner quelle est, suivant le type de situation proposée à l'élève, la façon dont celui-ci reconnaît ou met en œuvre telle ou telle notion mathématique.

3- Choix, construction et analyse de situations-problèmes:
Si les problèmes jouent un rôle essentiel dans l'apprentissage des mathématiques par l'élève, il ne suffit pas que le maître énonce la solution d'un problème ou donne une définition pour que l'élève puisse ensuite intérioriser le contenu de ce discours.
La signification des notions mathématiques se constitue dans un ensemble de problèmes ou de situations-problèmes, en liaison étroite avec des procédures, problèmes pour lesquel elles fournissent des outils efficaces et fiables de résolution. Les problèmes qui provoquent chez l'élève une prise de conscience, une modification ou le rejet de conceptions erronées pour élaborer une solution jouent un rôle déterminant dans l'apprentissage.
"C'est pourquoi vous aurez à préparer la construction d'une suite de situations, à effectuer l'analyse des variables qui interviennent et celle des élméments de contrôle dont les enfants disposent dans le déroulement des activités.....".

Si un certain nombre de mots-clés que la didactique des mathématiques emploie dans un sens précis se trouvent déjà dans ce texte introductif, il faut faire remarquer que la discussion à leur propos qui a pu s'engager alors avec les élèves-instituteurs n'a pas visé à préciser ce sens, mais a simplement permis de poser un certain nombre de problèmes abordés par la didactique des mathématiques.

Organisation pédagogique générale.

Voici enfin pour terminer une indication du plan généralement suivi à l'intérieur de chaque grand bloc de situations correspondant à un thème donné, ceci bien sûr de façon plus ou moins complète, avec le souci de faire varier la place de l'accent principal suivant le thème retenu :

1- **"Simulation" de situations** (quand la nature des situations le permet) : il s'agit d'une phase de travail avec les élèves-instituteurs. Des contraintes spécifiques sont fixées et il est effectué une analyse des procédures ou des productions des élèves-instituteurs.

2- **Analyse a priori** des situations qui seront proposées aux enfants : on utilise pour cela des protocoles obtenus au cours d'expérimentations antérieures et dont l'histoire peut être communiquée par les membres de l'équipe d'enseignement qui ont enseigné dans les classes correspondantes.

3- **Recueil d'informations obtenues** auprès des enfants :

-quand il s'agit d'observations de procédures, en général entretiens menés selon des consignes établies à l'avance, ou observations de groupes de deux élèves en train de résoudre un problème.

-quand il s'agit de construction et d'analyse de situations, observation d'une séance ou de plusieurs séances organisées dans la classe par groupes (souvent des groupes à l'intérieur d'une demi-classe). Cette observation est entièrement préparée par les élèves-instituteurs; la préparation inclut la définition des consignes à donner aux enfants, les conditions de l'observation proprement dite, la nature des interventions autorisées auprès des groupes, la manière dont ont à s'effectuer les phases de rappel, de renforcement et d'institutionalisation des connaissances.

4- **Rapport sur le travail effectué** (chronique et analyse de l'activité étudiée, bilans partiels). De tels rapports sont individuels ou fournis par un groupe.

5- **Synthèse** faite par les enseignants à partir des rapports des élèves-instituteurs.

Cette synthèse comportait deux phases :

a- un bilan réalisé à partir des rapports, visant à dégager les résultats expérimentaux obtenus et à formuler des questions relatives aux apprentissages.

b- en référence à ces questions, une entrée dans une problématique d'apprentissage embrassant le long terme : selon les thèmes, l'accent a pu être mis plus particulièrement sur l'étude de l'objet d'enseignement en jeu ou sur celle de processus d'apprentissage; là encore, nous avons pu nous centrer, selon le cas, sur la présentation des situations de base ou sur les phases de socialisation ou d'institutionnalisation.

En guise de conclusion

Si l'expérience que nous avons menée est singulière, l'essai de mise à plat que nous venons de présenter visait en fin de compte à tenter de caractériser les conceptions de l'enseignement que la formation a pu favoriser chez les élèves-instituteurs, à identifier la nature des connaissances qu'ils se sont constituées : en particulier de quels instruments d'analyse, de quels outils de contrôle disposeront-ils dans leur pratique professionnelle, dans leur gestion des apprentissages?

Terminons en soulignant une fois de plus l'importance qu'ont eues pour l'équipe chargée de cette action de formation les conditions de travail qui ont pu être mises en place et le caractère "nécessaire" qu'ont revêtu pour cette équipe les moyens mis en œuvre.

RAPPORT 1986-1987 DU GROUPE

"DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES ET FORMATION DES MAITRES"

IREM de BORDEAUX

I) Historique et résumé du projet

En juin 1986, un appel d'offre du BREP (Bureau de Recherche et de l'Expérimentation Pédagogique) nous a conduit à proposer à la Direction des Ecoles un projet de recherche(*) intitulé :

Contribution de la didactique des mathématiques à le formation des maîtres de l'enseignement élémentaire et pré-élémentaire : Etudes et expérimentation

Depuis longtemps (Colloque de National de BOMBANNES en mai 1979) l'IREM de BORDEAUX, en particulier le groupe des professeurs d'Ecole Normale, sous la responsabilité scientifique de G. BROUSSEAU, étudie les problèmes de formation en mathématiques des élèves-maîtres dans les Ecoles Normales.

- Les progrès ces dix dernières années, en Recherche en Didactique, des Mathématiques et le développement de cette branche dans diverses universités joints aux perspectives ouvertes par la parution des nouveaux textes du plan de Formation dans les Ecoles Normales, rendent possibles de nouvelles expérimentations et l'élaboration de nouvelles productions.

En effet, la didactique des mathématiques prend en charge l'étude théorique et expérimentale des conditions de communication et l'appropriation des connaissances dans ce qu'elles ont de spécifique des contenus.

Elle propose ainsi une base cohérente, scientifique et technique à la formation des maîtres, aussi bien pour la prise en compte des obstacles en mathématiques révélés par l'épistémologie que pour la réalisation et la conduite de leurs actions d'enseignement.

(*) Voir DOCUMENT I, l'intégralité du projet

Cependant, un doute sérieux plane sur la possibilité pratique de réaliser un tel enseignement dans des conditions satisfaisantes en partie à cause de la variété et de la complexité des concepts et des techniques utilisées et des relations nouvelles nécessaures avec les domaines voisins (psychologie...)

Il est indispensable d'étudier ses possibilités.

N'ayant pas reçu de nouvelles de la part de la Direction des Ecoles, il a été décidé de constituer au sein de l'IREM de BORDEAUX (et avec les moyens de l'IREM) ce groupe de recherche conservant les objectifs cités ci-dessus et chargé de produire un ensemble de moyens théoriques et pratiques (textes - films vidéo - tests - logiciels) utilisables en formation dons les Ecoles Normales et améliorant la qualité de l'enseignement des mathématiques dispensé par les maîtres du premier degré.

II Composition de l'équipe et moyens en heures IREM 86-87

Responsable scientifique	BROUSSEAU Guy	Maître de Conf. Bordeaux-I	0^H30
Responsable de l'équipe	VINRICH Gérard	PEN Agen	2^H
Membre de l'équipe	DUVAL Alain	PEN Bordeaux	1^H30
"	GAIRIN-CALVO Susy	PEN Bordeaux	1^H
"	LAMANT Mireille	PEN Bordeaux	1^H
"	MARTIN Francette	PEN Bordeaux	1^H30
"	BERTHELOT René	PEN Pau	1^H30
"	TEULE-SENSACQ Pierre	PEN Mont-de-Marsan	1^H30

III Déroulement

. Réunions à l'IREM

Le groupe s'est réuni en moyenne toutes les quatre semaines le mardi (8 à 10 réunions sur l'année)

.../...

. Participation au Colloque d'ANGERS (mai 1987)

Compte rendu du colloque inter-IREM des PEN à ANGERS (DOCUMENT II)

Thème du colloque : "Formation en didactiuqe, didactique et formation"
Participants : R. BERTHELOT, G. BROUSSEAU, S. GAIRIN-CALVO, M.H. SALIN.

1°) En assemblée plénière, G. BROUSSEAU a présenté le compte rendu du travail de notre équipe ainsi que la grille d'analyse des travaux en F.P. qui en a constitué l'outil principal.

Avec les deux autres exposés, celui de R. DOUADY sur la formation des IDEN à PARIS VII et celui de M. EBERHARD sur le DEUG instituteur à GRENOBLE, les participants du colloque ont pu mesurer la distance parcourue depuis le colloque de BLOIS en 1982 où le même sujet avait été alors débattu sans aucun support pratique et dans un septicisme quasi général.

2°) S. GAIRIN-CALVO, R. BERTHELOT et M.H. SALIN ont animé trois groupes de travail intitulés respectivement "la didactique, objet d'enseignement en F.P ?" "quelles propositions pour une organisation cohérente des activités mathématiques à l'école normale ?" et "place de la didactique dans la formation des instituteurs de l'enseignement spécialisé".(*)

Les comptes rendus de ces différents groupes qui ont rassemblé une trentaine de participants sont joints en annexe. Le document rédigé par S. GAIRIN-CALVO pour notre équipe de BORDEAUX et relatant la succession des séances d'enseignement en F.P au sujet de la division a été utilisé comme outil dans deux de ces groupes.

L'examen du travail produit dans ces groupes fait apparaître
- qu'un enseignement de didactique articulé sur les autres objets d'enseignement est envisagé par un certain nombre de PEN dans les conditions actuelles (et parfois déjà réalisé).
- que les PEN ressentent la nécessité de s'approprier les objets de didactique pour être en mesure de les enseigner.
- que de l'utilisation de ces concepts, les PEN attendent une certaine cohérence dans leur enseignement.

.../...

(*) Respectivement groupe A1 ; A2 ; A3 ; dont les comptes rendus sont en annexe.

- l'intérêt d'outils de formation tels que ceux que notre équipe a entrepris de constituer : reformulations synthétiques sur les concepts théoriques, exercices de didactique, exemples commentés d'organisation d'enseignement en FP articulés sur un enseignement de didactique, exemples d'épreuves d'évaluation, outils d'observation et d'analyse des pratiques didactiques, corpus de travaux de didactique pouvant servir de référence.

Lors du bilan de ces groupes en assemblée plénière, il a été décidé de poursuivre lors du prochain colloque des échanges centrés sur l'utilisation de la didactique dans la formation des maîtres. Un certain nombre de collègues ont demandé à interagir avec notre équipe.

En conclusion :

La production de documents d'enseignement de la didactique en formation des maîtres, objet de notre équipe IREM, est perçue comme une nécessité par un nombre de plus en plus important de PEN.

IV Résultats

- Productions collectives discutées

. Tableau présentant une double classification des différents objets d'enseignement en formation professionnelle (Voir Annexe I Gr. A1) ANGERS

. Texte résumé sur une typologie des différentes dialectiques dans les situations d'apprentissage. (DOCUMENT III)

. Liste en voie de constitution (provisoire) des mots-clés indispensables dans la formation en didactique des mathématiques des normaliens. (DOCUMENT

. Bibliographie de textes "primitifs" (en voie de constitution)

- Productions personnelles

. Un exemple de compte-rendu de travail réalisé en FP 1 à propos de l'apprentissage de la division dans N (EN BORDEAUX)(Annexe 2 ANGERS Gr A1)

. Deux exemples d'évaluation en formation professionnelle (première année, EN BORDEAUX, EN AGEN)(Annexe 2 ANGERS Gr. A1)

. Un exemple de présentation de Fiche Chronique et de Fiche Didactique (EN AGEN) (DOCUMENT V)

VI Projets 1987-1988

Le groupe souhaite poursuivre son travail :
- de réflexion,
- de production,
- et d'expérimentation avec mise à l'essai dans les classes de formation professionnelle
  . de différentes modalités d'action
  . de différents textes
  . de différents exercices d'évaluation

11 heures IREM sont nécessaires.

M. BERTHELOT	Certifié	Ecole Normale Pau	1,5
M. BRIAND	Certifié	Ecole Normale Mérignac	1
M. DUVAL	Certifié	Ecole Normale Mérignac	1,5
Mme GAIRIN-CALVO	Agrégée	Ecole Normale Mérignac	0,5
Mme LAMANT	Certifiée	Ecole Normale Caudéran	1
Mme MARTIN	Certifiée	Ecole Normale Caudéran	1,5
M. TEULE-SENSACQ	Certifié	Ecole Normale Mont-de-Marsan	2
M. VINRICH	Certifié	Ecole Normale Agen	2

QUELQUES REFLEXIONS SUR LES MATHEMATIQUES ET LA FORMATION

par Louis CORRIEU (I.G.)

L'objectif de la formation est de rendre les futurs maîtres aptes à concevoir et à conduire des leçons adaptées aux élèves de l'école élémentaire ainsi qu'à évaluer leur travail et à modifier leur enseignement si nécessaire. L'un des buts poursuivis à l'école est de faire progresser les élèves dans la maîtrise des apprentissages de base et l'acquisition de comportements, aussi bien intellectuels qu'affectifs ou sociaux. Pour réduire l'échec scolaire, il convient d'aider l'enfant à prendre conscience de ses moyens et de mettre en oeuvre une pédagogie qui tienne compte des différences de rythmes et de cheminements.

En mathématiques on retrouve les objectifs généraux de l'école, c'est-à-dire la communication, le recours à la pensée logique, l'expérimentation, l'utilisation de la pensée divergente, l'accès à la responsabilité et à l'autonomie.

Pour pouvoir faire face à sa tâche, l'élève-instituteur doit acquérir une polyvalence didactique. Cela suppose des savoirs et des mises en relation. Par simple commodité on peut diviser l'ensemble en cinq points.

1 - <u>LES CONTENUS SPECIFIQUES</u>. On peut distinguer deux structures, une "de surface" (connaissance des Programmes et Instructions), une "profonde" (connaissance des mathématiques). Aucune habileté pédagogique ne peut pallier une maîtrise insuffisante des contenus. C'est pourtant ce que l'on constate le plus généralement dans les classes : beaucoup d'assurance technique sans réflexion sur une progression ni mise en perspective. Cette remarque est en accord avec la faible demande de stages de mathématiques en formation continue, les maîtres se sentant sûrs d'eux-mêmes dans un domaine que, pourtant, ils ne connaissent pas bien. L'apparente facilité de l'évaluation en mathématiques renforce ce phénomène, et, dans l'évaluation au C.E.2, il est courant de voir les mathématiques choisies pour un bon tiers, la partie numérique étant, par ailleurs, la seule à être prise en compte.

La discipline doit être enseignée suivant sa logique propre et en faisant intervenir ses différents aspects, scientifique, historique, épistémologique,... Il me semble qu'il ne faut pas systématiquement exclure des thèmes étudiés "pour le plaisir", afin de renforcer la culture générale. A ce premier niveau peuvent apparaître des conceptualisations interdisciplinaires (approche systémique, théorie des modèles,...).

2 - LA DIDACTIQUE. Les deux structures précédentes sont confrontées et articulées avec les modèles d'apprentissage et l'épistémologie génétique. Il est ici nécessaire d'étudier les systèmes de représentation des concepts, en particulier les langages. Il convient d'identifier les obstacles et de prévoir des stratégies correspondantes. Les parties 1 et 2 ne doivent pas être séparées ; elles doivent rester sous la responsabilité d'un même enseignant : c'est une condition nécessaire de crédibilité auprès des maîtres, dont les préoccupations sont, avant tout, profesionnelles.

3 - LA CONNAISSANCE DU TERRAIN. Un maître doit disposer de savoir-faire professionnels. Il doit être capable de concevoir et de diriger des séquences, de les disperser suivant les objectifs, de contrôler les variables. Il doit pouvoir analyser une leçon produite par d'autres et évaluer les résultats. Un certain nombre de questions se posent à ce propos. Quels sont les objectifs (apprentissage, réinvestissement, évaluation, contrôle ?). Quelles sont les places respectives du maître et de l'élève ? Comment est géré le temps ?... L'élève-instituteur doit donc se familiariser très tôt avec le terrain, observer les pratiques, se placer progressivement en situation.

4 - LA CONNAISSANCE D'AUTRES CONTENUS. Il s'agit ici de contenus non directement liés aux mathématiques enseignées aux enfants : connaissance de l'enfant, philosophie de l'éducation, problèmes de communication, stratégies d'évaluation et d'auto-évaluation régulative.

5 - LA MISE EN RAPPORT. Ici se pose le problème de la présentation des notions aux élèves-instituteurs, à la fois pour bien mettre en évidence les liaisons et pour susciter et maintenir l'intérêt. Les lacunes constatées devraient orienter les programmes de formation, aussi bien initiale que continue.

La formation se composera ainsi de deux parties convenablement articulées :

- Une partie théorique, sous la responsabilité du professeur d'Ecole Normale, avec intervention des Universitaires et des hommes de terrain (I.D.E.N. et I.M.F.), qui comprendrait :

. une mise à niveau du maître,

. la détermination des connaissances et des compétences que l'on peut exiger de l'élève,

. la détermination de la procédure d'enseignement,

. l'illustration de cette procédure (leçons d'essai, L.E.P....).

- Une partie pratique, sous la responsabilité d'hommes du terrain, qui comprendrait des exercices faits dans les conditions réelles du métier, soit avec un conseiller (stages en tutelle), soit avec des visites (stages en responsabilité).

Le niveau actuel du recrutement doit inciter à passer rapidement au terrain, sous peine de répandre l'ennui. Un futur instituteur ne doit pas passer une année à l'Ecole Normale sans aller dans les classes : c'est là qu'il pourra acquérir l'amour du métier et des enfants.

A la lumière des pratiques de ces dernières années, quelques réflexions peuvent être faites sur les contenus et les méthodes d'enseignement des mathématiques.

1) L'enfant dispose de résultats préalables, par exemple dans le domaine numérique, et il convient d'exploiter au mieux ces connaissances. Ceci peut parfaitement s'inscrire dans une dialectique "outil-objet" et dans les méthodes d'approche d'une notion "en spirale" ou "en réseau" ; c'est aussi compatible avec la nécessité des changements de points de vue, permettant de provoquer des déséquilibres et des "rééquilibrations"; Ce n'est que très progressivement que sera donné le statut d'objet aux concepts utilisés d'abord comme outils. N'oublions pas d'autre part qu'il existe des moments favorables pour certaines activités : les enfants de G.S. et de C.P. aiment jouer avec les nombres ; les en priver entraîne une frustration et une démobilisation. Certains exercices catalogués comme trop difficiles sont simplement inintéressants.

2) La géométrie occupe une position paradoxale. Chacun connaît l'importance de la structuration de l'espace et du raisonnement logique, domaines où la géométrie joue un grand rôle. Et pourtant elle a une place de second plan. Par suite d'une mauvaise compréhension des Instructions, d'une "imprécision" des Programmes et d'une difficulté sur le plan de l'évaluation, les maîtres négligent la géométrie, privilégiant d'ailleurs le plan à tous les niveaux d'enseignement.

3) Nous connaissons l'importance de la résolution de problèmes et les dernières Instructions, comme les précédentes, ont insisté sur les "situations-problèmes". La nécessité de résoudre doit l'emporter sur celle d'appliquer. Ce n'est pas ce que l'on voit dans les classes, où l'on constate l'encadrement très strict des élèves et le recours à des consignes très "fermées" dans les procédures de résolution.

4) Insistons sur la nécessaire rigueur du maître, en ce qui concerne le contenu, le raisonnement et la démarche. Rappelons aussi l'importance de phases de travail répétitif, systématique, que l'on peut rendre plus agréables en variant les types d'exercices et qui ne mettent pas en cause le rôle fondamental de la compréhension.

Didactique des mathématiques en formation IDEN
Régine DOUADY

Les IDEN, dans leur pratique, ont à faire face à des tâches de plusieurs ordres. Celle qui nous intéresse ici concerne l'animation pédagogique, en mathématiques, de la circonscription dont ils ont la charge, ainsi que les échanges didactiques avec les maîtres dans leur activité d'enseignement.

En 1986-1987, la promotion des élèves IDEN a reçu une formation en didactique des maths assurée par des didacticiens: 7 séances de 3 heures chacune en petits groupes et 4 conférences plénières. Le temps alloué n'est pas grand, mais les IDEN doivent être polyvalents. Il s'agissait, dans les séances en petits groupes, de présenter ce que la recherche en didactique des mathématiques peut apporter pour observer de façon pertinente une classe, pour comprendre les faits observés et faire des propositions compatibles avec les contraintes de l'école (programme, horaire, nombre d'élèves...), les objectifs mathématiques d'apprentissage et les faits observés.

Rappelons que le public est formé d'enseignants issus de cadres différents mais ayant tous une expérience professionnelle. Un petit nombre d'entre eux (6 sur 96) a une formation scientifique. Très vite se sont trouvées en jeu les représentations de chacun sur ce que veut dire "savoir des maths", sur la façon dont on en apprend, et aussi sur le partage des responsabilités entre le maître et les élèves au cours du processus d'apprentissage.

Dès le début, nous avons explicité les hypothèses cognitives et didactiques sur lesquelles s'appuyaient les expériences que nous allions rapporter. Ceci avait pour but d'en préciser le sens et les limites. Nos références ont été essentiellement la dialectique outil-objet et les différentes caractéristiques des situations didactiques. Du point de vue des contenus, nous avons choisi de présenter et mettre en débat des études ponctuelles et limitées dans le temps (ainsi Claire Lethielleux et Denis Butlen qui partageaient l'enseignement avec moi ont présenté des études faisant intervenir l'ordinateur sur des constructions en géométrie et sur la multiplication de nombres entiers) et aussi un long processus d'apprentissage du numérique dont l'aboutissement est l'élaboration des nombres décimaux dans leurs rapports avec les problèmes de mesures et les problèmes d'approximation. Ceci nous a permis de considérer une séquence de deux points de vue: dans le court terme et dans le long terme comme maillon d'un processus. Nous avons eu ainsi l'occasion d'étudier sur des exemples comment les contenus de connaissances influaient sur l'organisation de l'enseignement . Toutefois, nous avons peu traité des problèmes d'évaluation.

Ce faisant nous croyons avoir apporté des éléments (citons les notions de transposition didactique, contrat didactique, les points de vue outil ou objet d'un concept mathématique, champ conceptuel...) propres à renouveler le regard sur les phénomènes d'apprentissage, sur la relation entre enseignement et apprentissage d'un contenu précisé, sur l'articulation des différents contenus du programme d'une classe, sur l'articulation entre les programmes successifs, vis à vis de leur signification mathématique, mais aussi sur les diversités cognitives des élèves d'une même classe et les problèmes de gestion de classe qu'elles posent..., la didactique des mathématiques apportant souvent plus de questions qu'elle n'en résout.

Signalons qu'aux épreuves écrites de fin d'année, les candidats avaient à choisir entre une épreuve de didactique des maths et une épreuve de didactique du français. Bien qu'un petit nombre de candidats aient reçu antérieurement une formation scientifique, le tiers environ a choisi l'épreuve de didactique des maths.

En 1987-88, des didacticiens des maths apportent à nouveau leur contribution à la formation des futurs IDEN.

Régine DOUADY
IREM Paris 7
2, Place Jussieu
75005 PARIS

LIAISON PREPROFESSIONNALISATION FORMATION PROFESSIONNELLE DES MAITRES

par Claude COMITI, co-présidente de
l'ASSEMBLEE DES RESPONSABLES DES CENTRES UNIVERSITAIRES DE FORMATION DES ENSEIGNANTS ET DES FORMATEURS (ARCUFEF)

UN PEU D'HISTOIRE

Jusqu'en 1979, l'Université était en général absente de l'école primaire et de la formation des instituteurs même s'il existait dans certaines académies une histoire de collaborations individuelles entre PEN et Universitaires, en particulier là où la création d'IREM et de Centres de Didactique du Français en avait permis le développement dès les années 1970.

C'est la **réforme de 1979**, par la création du DEUG mention 1er degré, partie intégrante de la formation en 3 ans des élèves-instituteurs, qui introduit l'Université en tant que nouveau partenaire institutionnel dans la formation des instituteurs.

Cette réforme a été en général mal vécue par les EN qui en particulier considéraient les Universitaires non compétents dans le domaine de la formation des instituteurs, craignaient une attitude hégémonique de l'Université et redoutaient des conséquences sur leur avenir (crainte hélas justifiée puisque cette réforme était immédiatement suivie d'une suppression de 480 postes de PEN !)

En ce qui concerne les Universités, seules ont pu répondre de manière relativement satisfaisante celles dans lesquelles existaient déjà des collaborations entre Universitaires et PEN dans un certain nombre de disciplines, et où certains Universitaires étaient eux-même impliqués dans des recherches sur les apprentissages (du calcul ou de la lecture par exemple) à l'école élémentaire. Dans les autres cas, hélas majoritaires, les Universités ont envoyé dans les EN des personnels qui acceptaient de faire des heures supplémentaires ou encore des vacataires chargés des cours...

Il est cependant interéssant de constater que, malgré les mauvaises conditions de mise en place de cette réforme, les difficultés de démarrage et les réticences rencontrées au départ aussi bien dans les Universités que dans les EN, les participations d'Universitaires dans les formations d'élèves -instituteurs, lorsqu'elles ont été effectives, ont souvent permis la mise en place et le développement au cours des années 80 de collaborations Universités/Ecoles Normales, collaborations aboutissant dans certains cas à une véritable création d'équipes mixtes de recherche liée à la formation intervenant parfois comme nous le verrons plus tard dans des formations professionnelles d'enseignement du second degré à l'Université.

De 1982 à 85, la loi Savary en soulignant la Mission de Formation des enseignants de l'Université et en dévoluant à cette dernière la responsabilité de la Formation Professionnelle des enseignants a été à l'origine d'un dynamisme nouveau autour des problèmes de la Formation des Maîtres au sein même des Universités ainsi que d'un développement des liens Recherche/Formation et d'un renforcement des collaborations.

C'est sous le ministère Chevènement, qu'en 1984 la notion de "préprofessionnalisation " est apparue, à l'occasion de la mise en place de ce que l'on a appelé la rénovation des DEUG. Il était demandé aux Universités d'ouvrir, pour les étudiants de 1er cycle des modules de préprofessionnalisations diversifiées, destinés à permettre à chaque étudiant de confronter son projet professionnel initial aux réalités de la profession concernée de façon à favoriser un engagement progressif vers le métier choisi ou au contraire une réorientation vers un autre métier.

C'est à la même époque qu'ont été décidés l'allongement à 4 ans de la formation initiale des instituteurs et l'élévation du niveau de leur qualification Universitaire à Bac + 4, les deux premières années (DEUG + préprofessionnalisation aux métiers de l'enseignement) devant être placées sous la responsabilité des Universités, les deux autres, consacrées à la professionnalisation des recrutés par concours Bac + 2 devant être placées sous le responsabilité des EN.

Les modules préprofessionnels Métiers de l'éducation devaient donc faire partie du choix de modules préprofessionnels offerts aux étudiants des DEUG. Or la réalité fut tout autre : dans certaines Universités, aucun module préprofessionnel ne fut ouvert (par manque de moyens ou parce que la réforme des DEUGS a cessé d'être une priorité ministérielle avant que tous les DUEG ne soient rénovés), et là où les Universités firent l'effort d'en ouvrir, elle concentrèrent en général leur effort sur les modules préprofessionnels aux Métiers de l'Education, ce qui aboutit à une situation paradoxale puisqu'à quelques exceptions près, seuls ces modules sont proposés aujourd'hui aux étudiants de DEUG !

LA CREATION DES CENTRES UNIVERSITAIRES DE FORMATION DES ENSEIGNANTS ET DES FORMATEURS (les CUFEF)

La loi Savary, nous venons de le rappeler, a été à l'origine d'un dynamisme nouveau dans certaines Universités autour des problèmes de formation des maîtres.

C'est ainsi que se sont regroupés dès 1982-83 des formateurs et des chercheurs qui souhaitaient reproduire dans d'autres disciplines ce que les IREM avaient permis en mathématiques, mais aussi réfléchissaient à ce que pourrait être une véritable professionnalisation de la formation initiale des enseignants du 2nd degré.

Les différents appels d'offres de la DESUP 13 ainsi que la parution du décret du 14 mars 1986, incitant les Universités à créer une structure de Service Commun de Formation des Maîtres et des Formateurs, a permis, partout où cela était possible, la structuration et le financement des équipes existant déjà et leur développement.

Il existe à ce jour une trentaine de Centres (Cf. liste en ANNEXE).

La première caractéristique des plus anciens des Centres Universitaires est leur volonté de liaison permanente entre la formation initiale des futurs enseignants, la formation continue et la recherche. Ceci les amène à fonder leurs actions d'une part sur la liaison Formation/Recherche, d'autre part sur l'articulation Formation Théorique /Pratique dans les classes/Réflexion sur cette pratique. Pour cela, ces Centres favorisent la création et le développement d'équipes de recherche-action ou de recherche-formation regroupant Universitaires - dont le domaine de recherche fondamentale concerne l'enseignement ou plus particulièrement la didactique d'une discipline, et enseignants d'autres ordres d'enseignement. Ces équipes pluricatégorielles et pour certaines pluridisciplinaires s'organisent autour de thèmes de recherche portant sur l'enseignement et l'éducation, recherches à court et moyen terme, liées au terrain, qui ont les objectifs suivants:

- enrichir les contenus de formation aussi bien initiale que continue
- évaluer l'efficacité des formations au regard des exigences de rénovation du système éducatif
- opérer une théorisation de pratiques innovantes mises en place dans certains établissements
- former de nouveaux formateurs à et par l'activité de recherche
- favoriser l'échange, la confrontation et la capitalisation des résultats par le biais de la production de documents, sous la forme d'exposés puis de publications.

Ces recherches sont conduites en étroite collaboration avec les terrains de l'institution scolaire et comportent une dimension d'expérimentation et d'évaluation; elles exigent une action de formation des enseignants concernés et aboutissent souvent à l'élaboration de matériels pédagogiques ainsi qu'à la mise en place de nouvelles formations intiales et/ou continues.

Si les Centres recensés sont d'activité globale inégale en ce qui concerne les points développés ci-dessus, ils n'en sont pas moins tous impliqués dans la formation des instituteurs par le biais d'une part des modules de préprofessionnalisation, d'autre part de la préparation au concours de recrutement (actions commandités par le MEN aux Universités).Comme on peut facilement l'imaginer, c'est dans les lieux où existait une longue histoire de collaboration Ecole Normale-Université que ces actions se sont le plus facilement développées.

Deux enquêtes effectuées en janvier 1987 par le Bureau de l'ARCUFEF auprès de ces centres sur l'existence de préprofessionnalisation aux métiers de l'enseignement dans les DEUG rénovés ainsi que sur les résultats aux concours 86 et les préparations au concours 87 a permis de recueillir des informations sur 18 Académies (Aix-Marseille, Amiens, Besançon, Caen, Clermont-Ferrand, Créteil, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Montpellier, Nice, Nancy-Metz, Orléans-Tours, Rennes, Strasbourg, Toulouse, et Versailles). Voici, très brièvement présentés, les résultats les plus marquants de ces enquêtes:

a) Les formations professionnelles

* A l'exception de Dijon, elles existent dans toutes les Académies concernées.

* Leur volume horaire annuel varie de 50 et 100 heures. Elles sont assurées par des équipes comprenant universitaires et PEN, la participation des PEN allant de 20 % (Toulouse III) à 100 % (Caen), la majorité des heures restant assurée par l'Université lorsque le nombre d'étudiants concernés n'est pas trop élevé.

* Les modules préprofessionnels comportent toujours un stage en école qui se déroule généralement pendant la 2ème année de DEUG ; Il est d'une durée variable selon les académies, de 5 à 15 jours.

* Le succès croissant de ces modules chez les étudiants est à noter. Le nombre d'inscrits en 1987 dans les 2 années de DEUG approche 8000 dans les 17 académies concernées. Il dépasse le millier dans les académies de Besançon, de Lyon et de Toulouse.

b) Les résultats du concours 86

* L'enquête fait apparaître l'importante disproportion existant entre le nombre des inscrits et le nombre de présents au concours d'une part (souvent du simple au double, par exemple à Toulouse 920 inscrits ---> 410 présents, dans le Pas de Calais 1257 inscrits ---> 527 présents) mais aussi la disproportion existant entre le nombre d'inscrits et le nombre de reçus (par exemple: à Rennes, 30 reçus sur 369 inscrits ; à Grenoble 60 reçus sur 436 inscrits, en Meurthe et Moselle 149 reçus sur 173 inscrits) . Cette inégalité entre départements semble préoccupante d'autant plus que l'enquête a peu touché les départements de la région parisienne où la situation est mauvaise.

* Autre constat : parmi les reçus, les titulaires d'un seul DEUG sont partout minoritaires par rapport aux autres titulaires de diplômes universitaires POST-DEUG; bien souvent les 2/3 des reçus ont plus que le DEUG.

* Quand à la proportion des reçus ayant suivi la préparation au concours, elle est difficilement repérable; là où il a été possible de le faire, elle varie entre 35 % et 65 %.

c) Les préparations au concours 1987

Les résultats de l'enquête montrent :

- une certaine homogénéité quant aux épreuves préparées et quant aux horaires
- une disproportion quant au nombre d'heures global consacrées à la préparation
- l'apport important des E.N. dans cette préparation : une forte proportion de PEN y intervenant (entre 50 et 85 % suivant les académies)
- une concentration des lieux de préparation dans les Universités pour les villes universitaires, dans les EN lorsque le Centre de préparation est ouvert dans des départements n'ayant pas d'Université.
- le nombre important de candidats inscrits dans les Centres de préparation (plus de 6000 répertoriés dans les 18 académies concernées) à comparer aux 5000 postes mis nationalement au concours 86 et aux 5600 postes annoncés pour le concours 87.

UN EXEMPLE DE MODULES PREPROFESSIONNELS

Je prendrai un exemple que je connais bien : celui des Options préprofessionnelles offertes par l'Institut de Formation des Maîtres de l'Université de Grenoble I aux étudiants des DEUG Sciences de la Nature et de la Vie, Géographie et EPS.

Comment est conçue la préprofessionnalisation ?

La caractéristique préprofessionnelle de l'option implique la nécessité d'aider les étudiants, d'une part à découvrir la réalité socio-professionnelle d'un métier , d'autre part à s'orienter professionnellement au cours du DEUG en précisant leur désir d'enseigner ou en renonçant aux métiers de l'éducation pour une autre voie.

Le principe de l'alternance est la base de l'organisation de cette option. En effet, dès le 2° mois de la 1ère année, l'essentiel de l'enseignement du module "Découverte du système éducatif" s'articule autour de 8 demi-journées de stage en établissement scolaire. Les lieux de stages, qui sont fixés à différents moments de l'année, sont choisis de manière à permettre aux étudiants un premier contact avec l'ensemble du système éducatif, puisque les établissements imposés sont une école primaire, un collège et un lycée d'enseignement professionnel (le quatrième stage, au choix de l'étudiant, lui permettant soit de retourner dans un lieu déjà visité, soit d'en découvrir un autre). La formation contient un certain nombre d'apports théoriques indispensables à la préparation des observations effectuées dans les établissements ainsi qu'une analyse, à partir d'exposés faits par les étudiants, des expériences vécues sur le terrain. En 2ème année l'option commence par un stage de deux semaines en école primaire, précédé de deux jours de préparation à l'Université et entrecoupée d'une journée de regroupement à l'Université. Ici le "bain de métier" est encore plus important qu'en 1ère année, car l'essentiel du module (15 séances d'octobre à février) consiste en l'exploitation des observations des étudiants, autour du thème de la relation éducative. Quant aux modules complémentaires laissés au choix de l'étudiant (10 séances de 4 h en fin de 2° année), ils offrent aux étudiants un complément de formation générale - expression artistique et créativité, expression écrite et orale, le corps moyen d'expression et de communication, etc.....

L'une des originalités de l'option est qu'elle repose sur une étroite collaboration entre universitaires, professeurs d'Ecole Normale (PEN) et formateurs de terrain qu'ils soient Inspecteurs Départementaux de l'Education Nationale (IDEN) ou Conseillers Pédagogiques attachés aux IDEN (CPAIDEN), chacun d'entre eux étant un maillon indispensable à la cohérence de cette formation construite sur le choix pédagogique de l'alternance. Les enseignants des classes lieux des stages, partenaires directs des étudiants, sont également des collaborateurs précieux, la liaison s'effectuant par l'intermédiaire des CPAIDEN tuteurs des stages. (on trouvera un descriptif détaillé de cette option en annexe)

<u>L'année 86-87 est la troisième année de fonctionnement de cette option. Cela permet de faire un premier bilan :</u>

Le point de vue des étudiants

* Les enseignements : dans l'ensemble, les étudiants expriment leur accord avec les méthodes de travail proposées. D'une manière générale ils estiment ne pas avoir reçu assez d'enseignements. Les bilans qu'ils font montrent que leurs attentes ne sont pas complètement satisfaites. En particulier ils souhaitent une plus grande participation d'intervenants extérieurs.

Par ailleurs la charge de travail, pourtant très lourde, surtout pour des étudiants de DEUG scientifiques, n'est pas considérée comme excessive.

* Les stages sur le terrain :

en 1ère année, les étudiants expriment une demande d'aller davantage sur le terrain, dans le but de s'informer, de communiquer, d'être en contact, sans avoir le statut d'élève qui était le leur jusqu'alors. On observe alors une quasi absence de préoccupation en liaison avec un projet professionnel.

en 2ème année, le temps passé sur le terrain apparaît suffisant. Le projet professionnel et l'évaluation de celui-ci domine. L'intérêt pour le terrain concerne davantage l'approche du métier en général et plus particulièrement la prise de conscience des problèmes posés par l'observation des phénomènes en situation de classe, le besoin d'immersion dans le métier restant toutefois tout aussi présent. Le stage de 15 jours permet une découverte du métier et apporte un enrichissement personnel (unanimité des réponses).

* Le projet professionnel : si chez les étudiants de 1ère année, on trouve,

également répartis, le projet de devenir instituteur ou celui de devenir professeur, chez les étudiants de fin de 2ème année, le projet d'être instituteur est dominant. Le concours d'entrée à l'Ecole Normale semble la suite logique de l'option pour l'ensemble des étudiants de 2ème année. Les étudiants se sont parallèlement inscrits à certains modules de préparation au concours (français, histoire et géographie, mathématiques, sciences et technologie) ; il est à remarquer qu'aucun d'entre eux n'a jugé utile de suivre la préparation à l'épreuve d'entretien avec le jury, ce qui confirme l'idée que les deux années d'option sont considérées comme une préparation à cet entretien qui porte sur le système éducatif. En conclusion, il est à souligner que les étudiants mettent tous l'accent sur le profit personnel qu'ils ont retiré cette option.

Le point de vue des formateurs

* sur les motivations pour le métier d'enseignant: ce projet professionnel vient de l'enfance, il est associé au goût d'apprendre , au goût des enfants. Il peut aussi jouer un rôle d'étayage contre la famille. La valeur donnée à ce projet est celle d'une réussite moyenne; l'étudiant irait plus loin s'il le pouvait, ou se tournerait vers d'autres horizons s'il n'était limité (santé, etc...)

* le travail fourni: constat d'une forte motivation des étudiants pour le travail proposé et d'un intérêt soutenu pour l'ensemble de la formation, ceci se traduisant en particulier par l'assiduité remarquable des étudiants ainsi que par le travail important fourni tout au long de cette option lourde en heures mais aussi en charges en dehors des horaires universitaires (samedis matins et stage en fin de vacances avant la rentrée universitaire, évaluation par rédaction d'un mémoire).

* difficultés:

Les principales sont liées à l'ambition du projet de formation: le travail proposé porte essentiellement sur les métiers de l'enseignement au détriment des autres métiers de l'éducation ; une plus grande fidélité au projet de formation est souhaitée, ce qui serait davantage conforme au processus d'orientation professionnelle que devrait permettre cette option.

D'autres sont liées à la nature du public : le manque de maturité de la plupart des étudiants arrivant en DEUG, leurs difficultés d'insertion dans l'université et parfois dans la ville, le fait qu'ils ne disposent en général pas de méthodes de travail autonome sont d'autant plus source de difficultés que la formation proposée en rupture avec les enseignements Universitaires classiques exige des étudiants beaucoup de travail personnel. En particulier les enseignants ont constaté le manque de capacité à prendre des notes, à faire un compte rendu de visite ou d'entretien, à comprendre des textes sur l'institution éducative, à prendre la parole en public, à faire une recherche documentaire, à rédiger un document de synthèse....

D'autres enfin sont liées à la mise en oeuvre de l'alternance : le principe de l'alternance, fer de lance de l'ensemble de la formation et très apprécié des étudiants pose le problèmes de l'écart entre le projet pédagogique de l'enseignant et le projet personnel de l'étudiant, surtout en début de 2ème année; les étudiants ont en général le projet d'aller dans une école qu'ils connaissent, souvent dans laquelle ils ont été élèves parfois même dans laquelle une personne de leur famille enseigne, de qui traduit un désir de se rapprocher de son enfance, de retrouver ses souvenirs. Or le projet pédagogique des enseignants est d'amener les étudiants à prendre une certaine distance par rapport à la représentation qu'ils se sont forgés de l'école pendant leurs années d'élèves ; objectif ambitieux qui ne peut être atteint que par un va et vient entre la formation à l'Université et les stages sur le terrain, et qui exige une explication très précise des objectifs des stages, les étudiants ayant du mal à comprendre qu'une préprofessionnalisation ne peut consister en un apprentissage des geste du métier.

<u>Pour nous résumer</u> :

La préprofessionnalisation doit permettre à l'étudiant de passer de l'état d'ancien élève à un état de "martien" dans la classe, ni élève, ni maître, état qui doit lui permettre de mettre en place un questionnement sur son projet professionnel encore vague, questionnement devant aboutir à une meilleure représentation du métier avant même d'être en position de devoir enseigner.

Cette position intermédiaire -qu'il n'aura plus jamais dès qu'il sera en formation professionnelle- nous paraît importante car elle permet une approche concrète, interrogative et active du projet professionnel avant même l'entrée en formation professionnelle qui devra lui apprendre à enseigner.

C'est pourquoi il nous paraît fondamental d'en faire un élément important d'un véritable formation en 4 ans des futurs enseignants.

LA LIAISON PREPROFESSIONNALISATION / FORMATION PROFESSIONNELLE

Quelle est la situation aujourd'hui? Quelles liaisons est-il souhaitable et possible de développer à l'avenir ?

La situation actuelle, créée d'une part par la multiplication des textes et circulaires parues en 85-86, à la fin du Ministère Chevènement puis sous le Ministère Monory, semble ignorer l'existence de ces préprofessionnnalisations (qui ne sont même plus citées dans les textes officiels et projets de textes parus en 87, ce qui ne va pas encourager les Universités qui ne les ont pas encore mis en place à le faire). Et l'on se dirige en réalité vers une formation en 2 ans après recrutement à l'EN, qui n'a plus rien à voir avec le projet de formation en 4 ans de 1984.

De plus, l'incertitude actuelle des PEN en ce qui concerne leur statut et leur avenir même n'est pas faite pour encourager l'appel aux Universités pour intervenir dans les 2 années post-Concours. Il en résulte une régression certaine des collaborations instituées jusqu'alors, un gaspillage des potentiels humains et un repliement des EN sur elles-mêmes qui ne peut être que dangereux pour elles à long terme.

Quels liens serait-il souhaitable et possible de développer pour mettre en place une véritable formation en 4 ans qui assure une cohérence aujourd'hui absente et soit susceptible d'attirer vers le métier d'instituteurs un nombre plus grand de bons candidats?

Voici quelques propositions:

- encourager l'inscription dans les modules de préprofessionnalisation par exemple par l'attribution de bourses aux étudiants inscrits dans ces modules qui s'engageraient à passer le concours et par une dispense de l'épreuve d'entretien pour les titulaires de ces modules;
- créer les conditions pour que les EN et leur personnel jouent un rôle important dans la formation préprofessionnelle - mission qui devrait être reconnue par la prise en compte dans leur service de leur participation aux modules de préprofessionnalisation, et pour que les Universités collaborent effectivement aux deux années de formation professionnelle, ce qui signifierait une participation à la conception de cette formation, des options davantage axées sur une initiation à la recherche et l'affectation aux universités des moyens nécessaires pour remplir cette mission.

Les Centres Universitaires pourraient alors être de véritables lieux d'accueil pour les PEN qui sont déjà impliqués ou désirent s'impliquer dans des actions de recherche, en particulier en ce qui concerne les liaisons recherche - pratiques dans les classes - formation. On pourrait en effet concevoir pour ceux qui le désirent, que la participation à des équipes de recherche pluri-catégorielles puisse être considérée comme une possibilité de formation continue parallèle aux stages nationaux existant actuellement. Ceci permettrait non seulement de réaliser la liaison indispensable entre la préprofessionnalisation des DEUG et la formation Professionnelle de l'EN, mais encore de créer les conditions pour mettre en synergie tous les potentiels existant : EN, ENNA, CFTP, Centres Universitaires, Equipes de Recherche en Didactique ...

Ainsi pourrait-on peut être avancer vers une politique de formation de tous les enseignants

Services Communs ou autres structures de Formation des Maîtres

recensés lors de la réunion de l'A.R.C.U.F.E.F. du 9/02/1987

Université	Service Commun	Autre structure	Création	Téléphone	Directeur ou chargé de réunion
AIX MARSEILLE I	S.C.U.F.P.U.P.		en cours		
AIX MARSEILLE III		rattaché U.F.R. F.C.	1986		R. NEGRE
AVIGNON	C.U.F.E.P.		1986	90.85.04.79 (lecro)	J. LACOTTE
BOURGOGNE	C.U.R.F.E.		1984	80.39.50.22	J.C. EICHER
BRETAGNE OCCIDENTALE (Brest)	S.U.F.P.		1987	98.02.12.46	E. MONANGE
CAEN	C.U.F.E.		1985	31.45.55.37	L. MARMOZ
CLERMONT-FERRAND	I.F.M.		1984	73.26.41.10 P3305	M. CAPESTAN
CORSE (Corte)	C.U.F.E.P.		1987	95.44.45.18	R. LUCIANI (Mme)
FRANCHE-COMTE (Besançon)	C.U.F.O.M.		1984	81.50.59.30	M. HENRY
GRENOBLE I	I.F.M.		1982	76.51.47.76	C. COMITI (Mme)
GRENOBLE II	S.U.R.P.P.E.		1987	76.54.81.78	J. BERBAUM
GRENOBLE III	C.U.F.O.R.E.P.		1986	76.42.82.18	M. DABENE
LA REUNION	S.C.U.F.E.F.		1986		A. LOPEZ
LILLE	Service commun		1986	20.43.42.28	M. PARREAU
LYON I	CeFoMaRP		1984	78 89 81 24 P3059	J.P. WORBE (Melle)
LYON II		Institut (I.F.M.)	1986		J.M. BESSE
LYON III	S.F.M.		1985	78.58.88.88	M. CARIOU (Mme)
NICE	C.F.M.		1986	93.52.98.98	A. CAMBON
ORLEANS	S.U.F.M.F.		1984	38 41 41 71	M. OSTROWETSKY
PARIS III (Sorbonne)	M.I.F.O.M.		1986		E. BAUTIER et A. MEUNIER
PARIS VII (Jussieu)		U.E.R. de Didactique des disciplines	avant 1981		A. GAUTHIER et J. DE FELICE
PARIS VIII (St Denis)	I.F.E.F.		1984	48.21.63.64	G. BERGER
PARIS X (Nanterre)	S.U.F.O.M.		1985	47.32.15.84	G. LACHENAUD
PARIS XI (Orsay)	de UFR Sciences	Service de F. des E. et de Didactique des Sciences	1987		J.L. MARTINAND
PARIS XII (Créteil)	D.F.M.		1985	48.98.91.44	P. NAUDIN
PARIS XIII (Villetaneuse)	I.F.R.E.D.		1985	48.21.61.70	D. BAHIER
RENNES I (Sciences)	C.C.A.F.E.		1979	99.36.48.15	D. BERLIOZ (Mme)
RENNES II (Haute Bretagne)	S.U.F.M.		1986	99.54.99.55	M. PEVE
ROUEN	C.U.R.I.P.		1987	35.70.37.35	J. NATANSON
STRASBOURG I	C.U.F.E.F.		1986		C. GHERINGER
STRASBOURG II	I.P.E.P.S.		1984	88.61.39.39	L. BRAUN
TOULOUSE II	C.U.F.E.P.		1986	61.41.11.05 P386	G. WAYSSE
TOULOUSE III		C.R.E.P.I.E.F.	1985	61.55.68.19	J. BRAS
TOURS	Service commun		1987		A. INIZAN
VALENCIENNES		Institut (I.F.O.R.E.P.)	1980		P. BLAISE

LES FORMATIONS AUX METIERS DE L'ENSEIGNEMENT A L'IFM (Université Grenoble I)

CYCLE D'ENSEIGNEMENT	FORMATION SPECIFIQUE
DEUG A, DEUG B DEUG Géographie DEUG STAPS	OPTION PREPROFESSIONNELLE METIERS de L'EDUCATION 1ère année Découverte du système éducatif en liaison notamment avec le développement de pratiques de travail autonome 3h tous les mardis après midi (27 semaines) - 6 samedis matin dans les établissements scolaires 2ème année 1) L'enfant et l'enseignant dans la classe - deux journées de préparation de stage suivies de deux semaines de stage dans une classe d'école primaire pendant la 2ème quinzaine de septembre - 3h le mardi après midi (d'octobre à février : 15 semaines) 2) Techniques d'expression - 4 heures le mardi après midi (de mars à juin : 10 semaines) - module de formation complémentaire à choisir dans la liste suivante : . Expression écrite et orale . Expression artistique et créativité . le corps, moyen d'expression et de communication Débouchés : préparation au concours de recrutement des instituteurs
LICENCES de - sciences naturelles - sciences physiques - mathématiques - technologie de la construction - géographie - E.P.S.	FORMATION INTERDISCIPLINAIRE PROFESSIONNELLE AUX METIERS DE L'EDUCATION Cette formation comprend 54h et regroupe les étudiants de sciences naturelles, sciences physiques, mathématiques, construction mécanique, géographie et EPS. Le programme est axé sur - une approche de la complexité des institutions scolaires et de la diversité des situations locales ; - une ouverture à la dimension relationnelle dans la classe, l'établissement et les milieux sociaux environnants ; - un contact avec la diversité des pratiques pédagogiques ; - un travail sur l'émergence et la valeur des représentations liées à la situation éducative. Méthodologie : De tels axes de travail nécessitent une pédagogie centrée sur le questionnement, l'implication, l'ouverture au delà des disciplines et des conduites individuelles ; cette pédagogie s'appuie sur des apports théoriques, des séquences d'expérience et d'analyse au sein du groupe, un travail en alternance sur le terrain, l'appel à des intervenants extérieurs ainsi que sur une réflexion collective des formateurs.
MAITRISE de - sciences naturelles - sciences physiques - mathématiques - technologie de la construction - géographie	DIDACTIQUE DES DISCIPLINES Le programme s'articule dans chaque discipline, autour des chapitres suivants : - éléments de psychologie cognitive et théories de l'apprentissage ; - analyse des processus de résolution de problèmes et des pratiques expérimentales ; - rôle des erreurs, leur signification et leur fonction du point de vue de l'enseignement et de l'apprentissage ; - étude des problèmes de langage propre à la discipline ; - la situation didactique incluse dans la situation d'enseignement ; identification de l'objet d'enseignement et de la transposition didactique - histoire et épistémologie sur la construction de la discipline étudiée, sur l'histoire de son enseignement, sur son renouvellement. La méthode que nous privilégions est celle de l'alternance théorie-pratique en liaison avec la recherche. Débouchés : CAPES, CAPET CAPEPS, Agrégation.

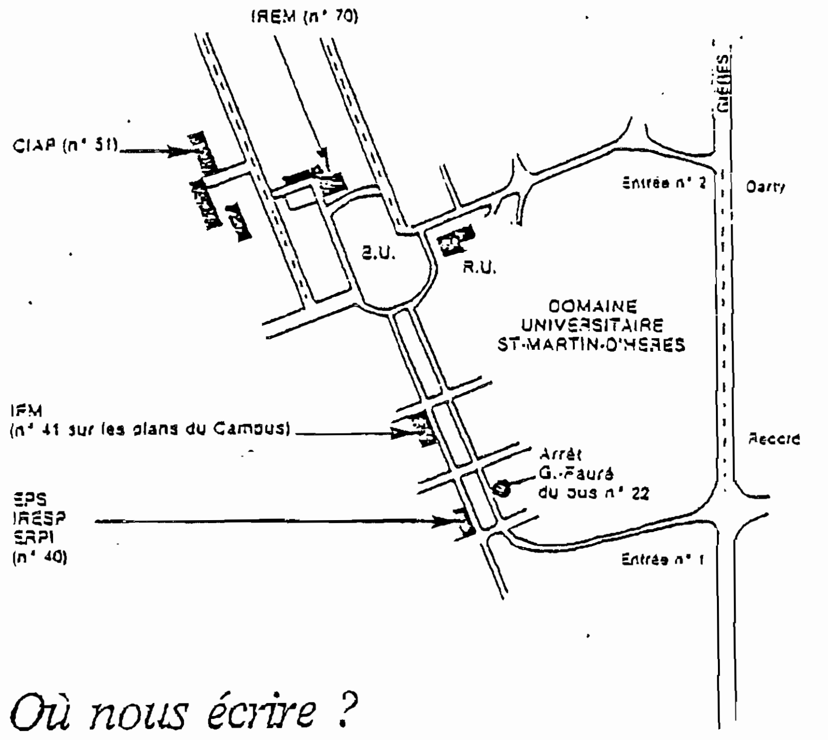
Institut de Formation des Maîtres

Créé en 1982 par l'Université Scientifique, Technologique et Médicale de Grenoble, l'Institut de Formation des Maîtres est un service commun dont les missions recouvrent :
- *la formation initiale et continue des enseignants et des formateurs ;*
- *la recherche scientifique sur l'enseignement.*

Carrefour d'échanges et de discussions, l'I.F.M. impulse et coordonne l'ensemble des activités des unités de formation et de recherche de l'U.S.M.G. concernant :
- *la formation des maîtres,*
- *la recherche sur l'éducation et la formation,*
- *la recherche en didactique des disciplines.*

Les secteurs concernés sont :
- *Education Physique et Sportive,*
- *Géographie,*
- *Informatique,*
- *Mathématiques,*
- *Pédagogie interdisciplinaire,*
- *Sciences naturelles,*
- *Sciences physiques,*
- *Technologie.*

Où nous trouver ?



Où nous écrire ?

INSTITUT DE FORMATION DES MAITRES
Bât. B de Physique
Université de Grenoble I
B.P. 68
38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex

Où nous téléphoner ?

Téléphone : 76.51.47.76

LES DIFFERENTS RÔLES DU MAITRE

Conférence de Guy BROUSSEAU

Colloque des P.E.N. ANGERS - Mai 1987

Le plan de l'exposé est le suivant :

1. Transformation de la connaissance dans la communication : mathématiciens -> professeur -> élève
2. Dévolution - "dédidactification"
3. Institutionnalisation - des connaissances
   - du sens
   - épistémologie
   - place de l'élève
   - temps
4. Gestion des phénomènes

Les paradoxes de la situation d'enseignement et leurs effets.

Ce dernier point ne sera pas abordé faute de temps ; on peut consulter à ce sujet le texte "Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques" disponible à l'IREM de BORDEAUX.

1. CONTEXTUALISATION, DECONTEXTUALISATION DU SAVOIR.

Le mathématicien ne communique pas ses résultats sous la forme où il les a trouvés, il les réorganise, il leur donne une forme aussi générale que possible ; il fait de la "didactique pratique" qui consiste à mettre le savoir sous une forme communicable, décontextualisée, dépersonnalisée, détemporalisée.

L'enseignant fait d'abord le travail inverse : une recontextualisation et une repersonnalisation du savoir : il cherche des situations qui vont donner du sens aux connaissances à enseigner. Mais, si la phase de personnalisation a bien marché, quand l'élève a répondu aux situations proposées, il ne sait pas qu'il a "produit" une connaissance qu'il va pouvoir utiliser dans d'autres occasions : pour transformer ses réponses et ses connaissances

---

Sur ce point, on peut lire avec profit "L'univers mathématique" de P. DAIRES et R. HERSCH paru chez GAUTHIER VILLARS.

en savoir, il va devoir, avec l'aide du professeur, redépersonnaliser et redécontextualiser le savoir qu'il a produit, afin qu'il puisse reconnaître dans ce qu'il a fait quelque chose qui ait un caractère universel, une connaissance culturelle réutilisable.

On voit bien les deux parties du rôle du maître qui sont assez contradictoires : faire vivre la connaissance, la faire produire par les élèves comme réponse raisonnable à une situation familière, au contraire, transformer cette "réponse raisonnable" en "évènement" cognitif extraordinaire identifié reconnu à l'extérieur.

La tentation est grande pour le professeur de court-circuiter ces deux phases et d'enseigner directement le savoir en tant qu'objet culturel en faisant l'économie de cette double manoeuvre. On présente le savoir et l'élève se l'approprie comme il peut.

2. DEVOLUTION DU PROBLEME ET DEDIDACTIFICATION

Si on accepte que l'apprentissage est une modification de la connaissance que l'élève doit produire lui-même et que le maître doit seulement provoquer, on est conduit à faire les raisonnements suivants :
Pour faire fonctionner une connaissance chez l'élève, le professeur cherche une situation appropriée. Pour que ce soit une situation d'apprentissage, il faut que la réponse initiale que l'élève envisage à la question posée ne soit pas celle qu'on veut lui enseigner : s'il fallait déjà posséder la connaissance à enseigner pour pouvoir répondre à la question, ce ne serait pas une situation d'apprentissage. La "réponse initiale" doit seulement permettre à l'élève de mettre en oeuvre une stratégie de base à l'aide de ses connaissances anciennes ; mais très vite, cette stratégie devrait se révéler insuffisante ou inefficace pour que l'élève soit obligé de faire des accommodations, c'est-à-dire des modifications de son système de connaissances, pour répondre à la situation proposée. Plus les modifications de connaissances sont profondes, plus "le jeu doit valoir la chandelle" donc, plus la situation doit permettre une longue interaction et être visiblement générale ou symbolique.

Le travail du professeur consiste donc à proposer à l'élève une situation d'apprentissage afin que l'élève produise ses connaissances comme réponse personnelle à une question et les fasse fonctionner ou les modifie comme réponses aux exigences du milieu et non à un désir du maître. La

.../...

différence est grande entre s'adapter à un problème que le milieu vous pose, incontournable, ou s'adapter au désir du professeur : la signification de la connaissance est complètement différente, une situation d'apprentissage est une situation dans laquelle ce qu'on fait a un caractère de nécessité par rapport à des obligations qui ne sont pas arbitraires, ni didactiques. Or toute situation didactique contient une part d'intention et de désir de la part du maître.

Il faut que le maître parvienne à ce que l'élève enlève de la situation les présupposés didactiques. Sans cela, l'élève lit la situation comme seulement justifiée par le désir du maître, or cette lecture existe toujours :

Nous avons tous tendance à lire ce qui nous arrive dans la vie comme quelque chose qui est organisé pour nous ou pour nous donner une leçon. Pour qu'un enfant lise une situation comme nécessité indépendante de la volonté du maître, il faut une construction épistémologique cognitive intentionnelle. La résolution du problème est alors de la responsabilité de l'élève, il a à charge d'obtenir un certain résultat. Ce n'est pas si facile. Il faut que l'élève ait un projet et accepte sa responsabilité.

Notons qu'il ne suffit pas de "communiquer" un problème à un élève pour que ce problème devienne son problème et qu'il se sente seul responsable de le résoudre ? Il ne suffit pas non plus que l'élève accepte cette responsabilité pour que le problème qu'il résoud soit un problème "universel" dégagé de présupposés subjectifs.

Nous appelons "dévolution" l'activité par laquelle le professeur cherche à atteindre ces deux résultats.

Un exemple de la dévolution d'une situation a-didactique

Dans un jeu sur micro-ordinateur, de jeunes enfants (5 ans) doivent, avec le crayon optique, conduire un à un, des lapins dans un pré et des canards dans une mare. Les règles de la manipulation ne présentent pas de difficultés insurmontables à cet âge. Les enfants peuvent interpréter que la disparition puis la réapparition d'un animal à un autre endroit, correspond à un déplacement. Mais il s'agit bientôt d'autre chose que d'une manipu-

.../...

lation selon la règle : le maître veut que l'élève pointe tous les lapins l'un après l'autre et une seule fois, avant de les diriger vers le pré, afin de développer chez lui l'énumération d'une collection. La suite des opérations à effectuer n'est pas donnée dans la consigne, elle est à la charge de l'élève. La dévolution de cette tâche se fait par étapes :

Première étape : Approche purement ludique.

Les élèves n'ont pas encore compris que parmi les issues du jeu, certaines sont souhaitables : tous les lapins vont dans le pré et dansent une petite ronde,

et d'autres sont non souhaitables : les lapins oubliés deviennent rouges et émettent un grognement.
Les enfants jouent, piquent les lapins et sont heureux de provoquer un effet, quel qu'il soit.

Deuxième étape : Dévolution d'une préférence.

Les élèves ont bien compris quel est l'effet souhaité (par exemple, on a supprimé tout effet des fausses manipulations) mais ils attribuent les résultats, bons ou mauvais, à une sorte de fatalité ou de hasard.

Ce genre d'interprétation est adéquat pour de nombreux jeux : à "la bataille" ou aux "petits chevaux", le plaisir naît de l'attente de ce que le sort réserve, alors que le joueur ne prend aucune décision.

Troisième étape : dévolution d'une responsabilité et d'une causalité.

Pour accepter une responsabilité dans ce qui lui arrive, l'élève doit considérer ce qu'il fait comme un choix parmi diverses possibilités pour envisager une relation de causalité entre les décisions qu'il a prises et leurs résultats.

A cette étape, les élèves peuvent, après coup, envisager que le déroulement du jeu aurait pu être différent. Cela suppose qu'ils peuvent se souvenir de certaines de leurs actions et plus précisément de ce qui, en elles, était pertinent ou non.

.../...

Cette dévolution est délicate : la plupart des enfants sont prêts à accepter du maître l'idée qu'ils sont responsables du résultat du jeu bien qu'ils soient incapables d'établir à ce moment-là qu'ils auraient pu obtenir un meilleur résultat par un choix approprié de leur part; or, seule la connaissance de cette liaison justifierait le transfert de responsabilité.

Si l'élève résoud assez vite le problème, le fait d'avoir accepté a priori le principe de sa responsabilité n'a été qu'un prologue nécessaire à l'apprentissage. Ce dernier vient justifier après coup cette responsabilisation, en donnant à l'élève les moyens de l'assumer et, finalement, d'échapper à la culpabilité.

Mais pour l'élève qui ne peut pas franchir la difficulté et relier, par la connaissance, son action aux résultats obtenus, la responsabilisation doit être renégociée sous peine de provoquer des sentiments de culpabilité et d'injustice très vite préjudiciables aux apprentissages ultérieurs et à la notion même de causalité.

<u>Quatrième étape</u> : Dévolution de l'anticipation

La relation entre la décision et le résultat doit être envisagée <u>avant</u> la décision ; l'élève prend alors à sa charge des anticipations qui excluent toute intervention occulte. Même si elle n'est pas encore entièrement maîtrisée, cette anticipation est considérée comme étant de la responsabilité cognitive du joueur et non pas seulement sa responsabilité sociale.

<u>Cinquième étape</u> : Dévolution de la situation a-didactique

Pour réussir le jeu des lapins, l'élève doit effectuer l'énumération d'une collection. Mais il ne suffit pas qu'il la produise une fois "par hasard". Il faut qu'il sache la reproduire à volonté dans des circonstances variées. Il faut qu'il soit conscient de ce pouvoir de reproduction et qu'il ait une connaissance, au moins intuitive, des conditions qui lui permettent de bonnes chances de réussite. L'élève doit reconnaitre les jeux auxquels il vient d'apprendre à jouer. Mais ce qu'il sait faire ne lui a pas été nommé, identifié et surtout ne lui a pas été décrit comme une procédure "fixe".

.../...

Ainsi, la dévolution ne porte pas sur l'objet de l'enseignement mais sur les situations qui le caractérisent. Cet exemple a été choisi pour bien distinguer les différentes composantes de la dévolution. L'énumération n'est pas un concept mathématique culturellement très pesant. Il n'intervient dans l'enseignement que beaucoup plus tard, avec des langages et problématiques différents. Ni le vocabulaire, ni les connaissances formelles ne viennent donc perturber l'objet de l'enseignement.

L'enfant, avant cet apprentissage, avait pu "énumérer" des collections en déplaçant les objets ou en les marquant de façon à toujours avoir une matérialisation commode de l'ensemble restant à énumérer.

Mais ici il doit effectuer la même tâche mentalement, ses représentations doivent s'étendre à un contrôle intellectuel beaucoup plus complexe : chercher un premier lapin facile à repérer, puis un autre, de telle façon à garder à l'esprit que ces deux sont déjà pris ; chercher un autre, assez voisin des premiers et formant avec eux une diposition (petit groupe, ligne...) permettant de ne pas les perdre "de vue" tout en cherchant un quatrième, qui entre à son tour dans la structure afin de ne pas reprendre un lapin déjà pris et de permettre de savoir s'il en reste encore... etc

Cette "tâche" ne peut pas être décrite comme une procédure, ni même "montrée" car :
énumérer une collection <u>devant</u> un enfant ne lui donne aucune idée des moyens de contrôle qu'il doit acquérir.

Dans cet exemple, la dévolution de la situation a-didactique peut être observée indépendamment de la dévolution de l'objet d'enseignement (qui ne peut avoir lieu à ce moment). Ni le maître ni l'élève ne peuvent identifier ce qui est enseigné, ce qui est à connaître ou à savoir sinon par la réussite d'une tâche complexe.

Un peu plus tard, les énumérations, en tant que productions, peuvent devenir des objets d'étude pour l'élève. Il peut reconnaître celles qui sont semblables ou différentes, celles qui sont correctes ou celles qui échouent... concevoir et comparer

.../...

des méthodes..... et connaitre - après coup - l'objet d'enseignement attaché au jeu des lapins. Il pourra aborder des problèmes d'énumération et de combinatoire plus proches des problèmes scientifiques et définir alors ce qu'il doit apprendre, ce qu'il doit résoudre et ce qu'on lui demande de savoir. Ces dévolutions d'objets d'études, d'objets de savoir et d'objets d'enseignement devraient pouvoir s'interpréter comme des dévolutions de situations a-didactiques d'un autre type.

L'idée qu'il existerait des situations d'apprentissage qui devraient fonctionner par les vertus propres de l'élève et de la situation, sans que l'intervention du maître porte sur le contenu de l'acquisition, est une idée étrange pour les maîtres mais au moins aussi étrange pour les enfants et qui nécessite une construction. La "dédidactification" des situations didactiques est une activité volontaire du maître.

Nous voyons ici un autre paradoxe. Plus le maître "veut" à la place des enfants, plus il contrarie son projet. Ce qu'il veut obtenir des élèves, il ne peut pas le leur dire, car s'il le leur dit et que les élèves le fassent, ils n'ont pas vu. Les élèves ne se sont pas approprié la question, ils ont fait ce que le maître voulait. Le maître cherche à obtenir quelque chose qu'il ne peut pas dire, par des moyens qu'il ne peut pas annoncer. Et la dialectique est la théorie de ce fonctionnement "orthogonal" de deux systèmes, celui de l'élève, celui du maître.

La connaissance doit permettre l'anticipation. La situation doit donc "exiger" que la connaissance fonctionne comme moyen d'anticipation. Prenons un exemple dans lequel on voit le professeur prendre en compte toute une série de décisions qui auraient dû rester le lot de l'élève : à la maternelle, on fait des classements de cartes qui représentent des objets de différentes couleurs ; la maîtresse a préparé un tableau.

La dévolution était un acte par lequel le roi - de droit divin - se départissait du pouvoir pour le remettre à une chambre. La "dévolution" signifie : "ce n'est plus moi qui veux, c'est vous qui devez vouloir, mais je vous donne ce droit parce que vous ne pouvez pas le prendre tout seul".

Elle dit: "qu'est-ce qu'on va mettre dans cette case ? C'est dans la ligne des bateaux et dans la colonne des jaunes" "un bateau" dit un élève "oui, mais quel bateau ?" "un bateau jaune" "bien, qui a le bateau jaune ? apporte le bateau jaune". Qu'a fait l'élève ? L'élève a-t-il anticipé un résultat ? Est-ce que l'élève a fait fonctionner la conjonction ? des propriétés ? Qui a fait le travail ?

Si une situation amène l'élève à la solution comme dans un couloir, quelle est sa liberté de construire sa connaissance ? aucune. La situation didactique doit conduire l'élève à faire ce qu'on veut, mais en même temps, elle ne doit pas le conduire. parce que si la réponse tient exclusivement aux vertus de la situation, elle ne tient pas aux "vertus" de l'élève. Autrement dit, il faut définir l'écart qu'il y a entre la détermination par la situation de ce que l'élève doit faire et la détermination par l'élève de ce qui doit arriver.

Il va falloir que la connaissance intervienne comme anticipation et non pas au fur et à mesure comme réponse. Inversement, si le maître n'a pas d'intention, pas de projet, pas de problème ou de situation bien mûrie, l'enfant ne fera et n'apprendra rien - et sera-t-il pour autant libre et dégagé du poids d'un désir du maître ?

La didactique ne consiste pas à donner un modèle pour l'enseignement, mais à produire un champ de questions qui permette la mise à l'épreuve de n'importe quelle situation d'enseignement et qui permette de corriger et d'améliorer celles que l'on a produites, de poser des questions sur ce qui se passe.

Les premiers travaux ont permis des distinctions que je crois très utiles pour approcher les problèmes d'enseignement en fonction d'un caractère de la connaissance (le caractère "explicite" ou non). Cela a donné la présentation en situations d'action, de formulation et preuve ; la théorie des situations organise une lecture des évènements didactiques, elle permet de perfectionner les leçons. Pourtant il y a des cas où organiser une situation d'action pour un problème créera un obstacle à sa résolution. Il ne faut pas organiser des actions à tout moment pour n'importe

.../...

quelle connaissance. Il n'est pas automatique qu'une situation d'action soit bénéfique pour l'avancement de la réflexion de l'élève. Je ne rejette pas du tout cette théorie mais je ne voudrais pas qu'elle serve de façon mécanique.

3. INSTITUTIONNALISATION

a) Les connaissances.

Rappelons d'abord notre projet initial :
Le choix des conditions d'enseignement que nous venons d'évoquer se justifie essentiellement par la nécessité de donner un sens aux connaissances.

Le sens d'une connaissance est formé :
- du "tissu" des raisonnements et des preuves dans lesquels elle est impliquée avec, évidemment, les traces des situations de preuves, qui ont motivé ces raisonnements,
- du "tissu" des reformulations et des formalisations à l'aide desquels l'élève peut la manipuler, accompagné d'une certaine idée des contraintes de communication qui les accompagnent
- des modèles implicites qui lui sont associés - soit qu'elle les produise, soit qu'elle en résulte - et des traces des situations d'action qui les fonctionnalisent, ou qui, simplement, les contextualisent.
- et des rapports plus ou moins assumés entre ces différentes composantes, rapports essentiellement dialectiques. L'enchaînement "question/réponse" par exemple : les questions tendent à s'articuler entre elles, indépendamment des réponses reçues et les réponses font de même de leur côté. Articuler de "bonnes" réponses avec de "bonnes" questions conduit à reformuler alternativement et pertinemment (nous dirons dialectiquement) les unes et les autres.

Les différents types de situations dont nous avons évoqué la dévolution ont pour objet de faire que l'élève donne lui-même un sens aux connaissances qu'il manipule en conjuguant ces différentes composantes.

Nous avons cru un instant avoir envisagé toutes les classes possibles de situations. Mais au cours de nos expériences à

.../...

Jules Michelet, nous avons vu que les maîtres, au bout d'un moment, avaient besoin de ménager un espace; ils ne voulaient pas passer d'une leçon à la leçon suivante, et souhaitaient s'arrêter pour "revoir ce qu'ils avaient fait", avant de continuer : "quelques élèves sont perdus, ça ne va plus, il faut faire quelque chose". Il a fallu un certain temps pour nous apercevoir qu'ils étaient vraiment obligés de faire quelque chose pour des raisons qu'il fallait s'expliquer.

Les situations "a-didactiques" sont les situations d'apprentissage dans lesquelles le maître a réussi à faire disparaître sa volonté, ses interventions,en tant que renseignements déterminant de ce que l'élève va faire : ce sont celles qui fonctionnent sans l'intervention du maître au niveau des connaissances. Nous avons fabriqué des situations a-didactiques de toutes sortes. Le maître était là pour faire fonctionner la machine, mais sur la connaissance elle-même ses interventions étaient pratiquement annulées. Nous avions là des situations d'apprentissage au sens des psychologues, et on pouvait penser que nous avions réduit l'enseignement à des successions d'apprentissages. Or, nous avons été obligés de nous demander ce qui justifiait cette résistance des maîtres à la réduction complète de l'apprentissage aux processus que nous avions conçus. Il ne s'agissait pas de faire leur procès ou celui des méthodes mais de <u>comprendre</u> ce qu'ils avaient légitimement besoin de faire et pourquoi ils avaient besoin d'une certaine opacité pour le faire face aux chercheurs.

C'est ainsi que nous avons "découvert" (!) ce que font tous les enseignants à longueur de cours mais que notre effort de systématisation avait rendu inavouable : ils doivent prendre acte de ce que les élèves ont fait, décrire ce qui s'est passé et qui a un rapport avec la connaissance visée, donner un statut aux évènements de la classe, comme résultats des élèves et comme résultat de l'enseignant, assumer un objet d'enseignement, l'identifier, rapprocher ces productions des connaissances des autres (culturelles, ou du programme), indiquer qu'elles peuvent resservir.

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

.../...

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

La prise en compte "officielle" par l'élève de l'objet de la connaissance et par le maître, de l'apprentissage de l'élève est un phénomène social très important et une phase essentielle du processus didactique :
Cette double reconnaissance est l'objet de l'INSTITUTIONNALISATION.

Le rôle du maître c'est aussi d'institutionnaliser ! L'institutionnalisation porte aussi bien sur une situation d'action - on reconnaît la valeur d'une procédure qui va devenir un moyen de référence - que sur la formulation. Il y a des formulations qu'on va conserver ("ça se dit comme ça", "celles-là valent la peine d'être retenues"). Et pour les preuves de la même façon, il faut identifier ce qu'on retient des propriétés des objets qu'on a rencontrés. Il est clair qu'on peut tout réduire à de l'institutionnalisation. Les situations classiques sont des situations d'institutionnalisation sans prise en charge par le maître de la création du sens : on dit ce que l'on veut que l'enfant sache, on lui explique et on vérifie qu'il l'a appris. Au départ, les chercheurs ont été un peu obnubilés par les situations a-didactiques parce que c'était ce qui manquait le plus à l'enseignement classique.

b) Le sens.

Il y a une autre chose dont on a mis longtemps à prendre conscience : notre conception initiale consistait implicitement à croire que les situations d'apprentissage sont le porteur presque exclusif de la connaissance des élèves. Cette idée relève d'une conception épistémologique assez suspecte comme une idée empiriste de la construction de la connaissance : l'élève, placé dans une situation bien choisie, devrait au contact d'un certain type de réalités, construire son savoir identique au savoir humain de son époque (!). Cette réalité peut être une réalité matérielle dans une situation d'action ou une réalité sociale, dans une situation de communication ou de preuve. On sait bien que c'est le maître qui a choisi les situations parce qu'il visait une certaine connaissance, mais pouvait-elle coïncider avec le sens "commun".

.../...

L'élève avait "construit un sens", mais était-il institutionnalisable ? On pouvait procéder à une institutionnalisation des connaissances, mais pas à celle du sens. Le sens mis dans une situation n'est pas récupérable par les élèves : si on change de maître, l'autre ne sait plus ce qui a été fait. Si on veut revenir sur ce qui a été fait, il faut bien qu'on ait des concepts pour cela, que ces concepts soient universels, qu'ils puissent être mobilisés avec d'autres. Le sens doit être aussi un peu institutionnalisé. On va regarder comment. C'est la partie la plus difficile du rôle de l'enseignant: donner du sens aux connaissances et surtout le reconnaitre : il n'y a pas de définition canonique du sens. Par exemple, il y a des raisons sociales qui font que les maîtres sont plaqués sur l'enseignement de l'algorithme de la division. Toutes les réformes essaient d'opérer sur la compréhension et le sens, mais en général elles ne réussissent pas, et l'objet de la réforme apparaît comme contradictoire avec l'enseignement des algorithmes ; les enseignants sont rabattus sur ce qui est négociable, c'est-à-dire l'apprentissage formel et dogmatique des connaissances parce qu'on peut identifier le moment où on l'a fait dans la société. Il y a l'idée que les savoirs peuvent s'enseigner mais que la compréhension est à la charge de l'élève. On peut enseigner l'algorithme et les "bons maîtres" essaient ensuite de lui donner du sens. Cette différence entre forme et sens fait qu'il est difficile de concevoir, non seulement une technique pour enseigner le sens, mais aussi un contrat didactique à ce propos. Autrement dit, on ne pourra pas demander aux maîtres l'usage d'une situation d'action, de formulation, de preuve, si on ne trouve pas un moyen de leur permettre de négocier le contrat didactique attaché à cette activité, c'est-à-dire si on ne peut pas négocier en termes utilisables cette action d'enseignement.

Par exemple, en géométrie, supposons que nous voulions favoriser la maîtrise par l'élève de ses rapports avec l'espace. Il sera difficile de négocier cet objectif, sinon dans les toutes petites classes, parce qu'il n'existe pas en tant qu'objet de savoir. Il est confondu avec l'enseignement de la géométrie qui n'a pourtant rien à voir : Il n'est pas vrai que la géométrie enseigne des relations avec l'espace.

.../...

Il y a un certain nombre de concepts de mathématiques qui n'ont pas d'intérêt pour les mathématiciens - mais qui en auraient pour la didactique - et qui n'ont pas, de ce fait, de statut culturel ou social : par exemple, l'énumération d'une collection n'est pas un concept mathématique important et c'est pourtant un concept important pour l'enseignement. Est-ce que la didactique a le droit d'introduire dans le champ des mathématiques des concepts qui lui seraient nécessaires ? C'est un sujet dont il va falloir débattre avec la communauté mathématique et avec d'autres.

La négociation, par les maîtres, de l'enseignement de la compréhension et du sens pose un vrai problème didactique : problème technique et problème théorique de contrat didactique. Comment définir, négocier l'objet de l'activité, avec le public, avec le maître, avec l'élève, avec les autres maitres. Je propose un élément de réponse dans le compte rendu du GRECO à propos de la division.

Vous savez bien qu'il y a plusieurs divisions mais nous ne possédons qu'un seul mot : la division sur les entiers et la division sur les décimaux... relèvent, en fait, de conceptions différentes, ce qui pose bien des problèmes. Les maîtres n'ont pas la possibilité d'avoir un objet qui s'appellerait "le sens de la division" sur lequel ils pourraient dire qu'ils sont en train de travailler.
Nous faisons une tentative pour essayer de donner un modèle didactique du sens négociable entre le maître et l'élève, et qui permette de faire travailler l'élève sur le sens de la division avec un vocabulaire, avec des concepts qui soient acceptables et qui développent vraiment sa connaissance, situations dans lesquelles il fait des divisions. Ce sens comporte des classifications, des outils, avec terminologie. Mais il y a danger dans un travail de ce genre : c'est de développer une espèce de pseudo-connaissance ou de méconnaissance ridicule et inutile.

Il ne faut pas penser que la didactique consiste seulement à présenter comme des découvertes sur ce que font les petits enfants. Il faut résoudre des problèmes par le moyen de connaissances théoriques et par des moyens techniques. Il faut

.../...

proposer quelque chose pour agir sur certains phénomènes d'enseignement; mais il faut d'abord les identifier et les expliquer. Le travail de gestion du sens du contrat didactique, relatif au sens par le maître ou entre des maîtres de niveaux différents, est un problème théorique délicat et un des enjeux principaux de la didactique. Aujourd'hui, des maîtres de niveaux différents, donnent des conclusions qui tendent à produire un écrasement des activités de niveau inférieur sur les activités les plus formelles parce qu'ils ne peuvent pas négocier autre chose.

La reprise par un maître de connaissances anciennes non institutionnalisées est une chose très difficile. Pour fabriquer des connaissances nouvelles, il peut utiliser un peu des connaissances qu'il a lui-même tenté d'introduire ; ce n'est pas très facile. Mais quand ce n'est pas lui qui a introduit ces connaissances et qu'elles ont un peu fonctionné, les problèmes deviennent presque insurmontables : la seule manière de s'en tirer c'est de demander aux maîtres des classes inférieures de donner, de manière assez formelle, les savoirs que le maître des classes supérieures peut identifier et qui peuvent lui servir au niveau explicite pour construire ce qu'il veut, lui, enseigner.

Nous ne savons pas grand chose des interactions entre les activités didactiques; comment se gèrent-elles dans le temps ? Nous devons faire évoluer notre conception de la construction du sens.

c) Epistémologie.

Un autre rôle du maître consiste à assumer une épistémologie : par exemple, les pédagogues préconisent la recherche de situations qui permettent de mettre l'enfant en contact avec des problèmes réels. Mais, plus la situation d'action réalise ce contact avec la réalité, plus les problèmes de statut de la connaissance sont complexes. Et si le maître n'a pas un bon contrôle de ses conceptions épistémologiques, relativement à ce type de situations, les erreurs seront plus lourdes de conséquences.

.../...

En effet, en même temps qu'il enseigne un savoir, le professeur suggère comment s'en servir. Il manifeste pas là une position épistémologique que l'élève adopte avec d'autant plus d'empressement que le message reste implicite ou même inconscient. Cette position épistémologique est malheureusement difficile à identifier, à assumer et à contrôler et d'autre part, elle semble jouer un rôle important dans la qualité des connaissances acquises.

Pour monter, à la fois l'importance et la difficulté du rôle épistémologique du professeur, prenons l'exemple du mesurage :

qu'il s'agisse de compter une collection finie ou de calculer le prix d'un champ, la plupart des activités mathématiques à l'école élémentaire passent par la réalité ou la fiction d'un mesurage. C'est donc une notion importante pour la scolarité obligatoire.

Or le mesurage effectif est une pratique complexe où les manipulations d'instruments, l'emploi des structures numériques et les connaissances mathématiques élémentaires nécessaires, ne peuvent être réellement justifiés qu'en élucidant des problèmes beaucoup plus complexes comme l'approximation et les calculs d'erreurs par exemple.

La solution classique consiste à ne pas économiser la relation didactique de difficultés étrangères à la connaissance qui doit finalement être apprise à un moment donné. Il faudra donc enseigner successivement, et surtout séparément, les différentes connaissances nécessaires en commençant de préférence par "les plus simples". Aucune ne pourra être, de ce fait, justifiée au moment de l'apprentissage par le problème d'ensemble à résoudre. Les justifications provisoires ou partielles même incompatibles se juxtaposeront, se contamineront sans vraiment se modifier ni s'adapter. Si les connaissances explicites elles-mêmes peuvent rester sous le contrôle de la vigilance épistémologique des mathématiciens, leurs sens, en particulier leurs possibilités d'emploi (par l'élève), en sera profondément affecté ainsi que le rôle du savoir dans l'activité de l'élève.

Dans cette hypothèse, le parti pris sans contrôle de

.../...

fragmentation des connaissances conduit à les priver de leurs possibilités de fonctionnement.

La notion de mesure est introduite sur le seul exemple de la mesure des cardinaux finis, illustrée par diverses mesures discrètes.

Si un élève estime que 3 + 4 = 6 le maître ne lui dit pas qu'il n'est pas tombé loin mais que son résultat est vérifiablement faux. Pour chaque mesurage, il existe une valeur vraie pour une mesure exacte et unique. Le résultat calculé est en parfaite coïncidence avec le résultat "observé".

La construction des structures numériques denses (Q^+,D^+, R^+) s'effectue de manière à ne pas remettre ce modèle en question.

Dès lors, les mesurages effectifs doivent se raréfier. Pour ne pas se contredire, le maître doit éviter certaines confrontations entre le calcul et la réalité et il doit fortement aménager les autres.

Exemple : Le cacul fournit-il une précision ridicule vis-à-vis des possibilités de mesurage effectif ? alors le maître impose une convention de précision standard (retour implicite aux naturels) ou bien choisit les données pour que le calcul tombe juste.

Dans la confrontation d'une prévision - calculée et d'un mesurage effectif, la valeur calculée est considérée comme juste, la mesure est plus ou moins "bonne" selon l'amplitude de "l'erreur" constatée (!). Celle-ci manifeste l'habileté du mesureur. L'erreur est donc une sorte de faute, d'insuffisance de l'appareil... voire une rupture de contrat de la part du maître qui est imprudemment sorti du confort des problèmes où le réel est seulement évoqué, donc négociable.

Les mesures effectives ne doivent jamais être l'objet d'opérations puisqu'on ne connait pas le calcul différentiel appliqué au calcul d'erreurs, par conséquent les données d'un problème sont très rarement l'objet d'un mesurage ; aussi il n'y a jamais une réelle anticipation d'une observation, donc jamais de remise en cause de la théorie ni de ses présupposés déterministes.

.../...

Un élève ne pourra commencer à envisager des mesures effectives avec une compréhension convenable de la théorie qui sous-tend son action et une maîtrise satisfaisante des techniques nécessaires, que après avoir vu traiter sérieusement l'analyse et l'intégration, les différentielles et le calcul d'erreur, la méthodologie et le calcul des probabilités...

Avant ce moment-là,

. soit les mesures ne devront pas être effectives (seulement évoquées par un énoncé, par exemple)

. soit elles devront être réalisées dans des cas très particuliers (ensembles finis, mesures discrètes...)

. soit elles ne seront pas sous le contrôle de la compréhension de l'élève dans une situation de référence convenable.

Dans tous les cas, le maître est obligé d'occulter ou de traiter de façon métaphorique les questions de rapports entre les nombres mesurant et les grandeurs physiques qu'ils représentent, en particulier les questions de savoir quelles opérations sur les uns permettent de prévoir sur les autres, et finalement toutes les questions des rapports entre la théorie et la pratique.

Il en résulte une position épistémologique fausse mais surtout purement idéologique et acceptée comme inévitable.

Ce "divorce" entre les concepts mathématiques enseignés et les activités effectives des élèves est mal vécu par les professeurs. Ils ont cherché à le réduire et à lutter contre la disparition des activités des élèves et des contacts avec la réalité. Pour différentes raisons, ces mouvements pédagogiques se sont appuyés sur des présupposés idéologiques comme :

- "l'activité, l'effectivité, font mieux comprendre, et mieux apprendre"(la main forme le cerveau)
- "la réalité évite les erreurs de compréhension" (empirisme/réalisme)
- "l'utilité, le concret, motive l'élève.

Je dis que l'effet de ces mouvements a été à l'opposé de ce qui était attendu : jamais le conflit théorie/pratique n'a été plus exacerbé. Le fossé entre les professeurs et le savoir s'est creusé. Beaucoup de maîtres de l'enseignement élémentaire se sont

.../...

convaincus que la théorie, le "savoir officiel" est un discours, une convention, d'une efficacité relative ou douteuse auquel on peut apporter tous les aménagements personnels, ou auquel on peut substituer d'autres savoirs "parallèles". La contestation de la rationalité, de la science, et même du savoir comme moyen d'appréhender la réalité s'est développée en même temps et dans les mêmes milieux que ces mouvements pédagogiques.

Pour appuyer la relation de cause à effet entre ces deux phénomènes, une petite analyse de didactique est nécessaire.

D'abord, "la réalité" est beaucoup plus difficile à "comprendre" qu'une théorie. Elle ne peut susciter des connaissances précises, ou corriger des erreurs, qu'à travers une organisation spécifique et très stricte de l'activité de l'élève. La connaissance des situations didactiques et l'épistémologie sont indispensables. Sans technique didactique, elle "consomme" naturellement plus de motivation qu'elle n'en produit. L'utilité immédiate est seulement un facteur de motivation parmi d'autres, sans plus. L'utilité à long terme (comme "les mathématiques" servent en physique) est une motivation très faible.

Sans médiation épistémologique et didactique, les déclarations fondamentales sont fausses.

Les maîtres qui vont multiplier les expériences, les mesures effectives, ne seront pas mieux armés pour en traiter les conséquences. Au contraire : ils vont attendre plus de compréhension de la part des élèves mais dans des situations en fait plus obscures ("regarde... tu ne vois pas ?..."). Les élèves multiplient les mesurages mais s'il ne "faut" qu'une seule valeur, il faudra finalement la choisir, comme une convention sociale (donc douteuse) ou comme une vérité garantie par le maître.

A chaque instant le professeur doit sournoisement violer les rapports théorie/pratique que ses convictions pédagogiques lui font mission de professer. Il doit forcer la théorie à surgir, toute armée d'une réalité, et il doit en fait truquer ou négocier son utilisation, manipuler les motivations de l'élève pour obtenir des simulacres

.../...

et puisque ce surgissement doit être fatal, il tend à admettre que la réalité est transparente et que la théorie est évidente...

L'élève ne s'en sort pas mieux : ses meilleures manipulations ne lui assurent jamais, ni la certitude, ni le savoir qui viennent d'ailleurs. Il ne lui reste que le piétinement, l'erreur, la déception, et la conviction que la théorie ne fonctionne au mieux que lorsque le maître s'en sert... et encore... ne serait-ce pas seulement une convention ?...

Le professeur finit par penser comme ses élèves.

Il faudrait une étude plus approfondie pour montrer comment un mouvement culturel de l'importance de ceux que nous évoquons entre autres sources se nourrit et s'amplifie dans des rapports didactiques locaux.

Examinons s'il existe une alternative à la solution classique et si le maître peut assumer une meilleure position épistémologique dans le problème de la mesure. Il ne s'agit pas de donner une solution mais seulement un contre-exemple.

Dans un CM1, la maitresse fait une des dernières leçons sur la mesure.
Elle dispose d'un grand récipient vide, d'un verre, d'une balance Roberval, de poids marqués et d'un seau d'eau.

M. : "Regardez, je verse un verre d'eau dans ce récipient, l'un de vous va venir peser le tout. Quel poids allons-nous trouver ?"

Pour les élèves il s'agit d'une devinette, d'une estimation. Ils écrivent leurs prévisions sur leur cahier. Un élève fait une double pesée :
C. "ça pèse 225 g. dit-il" Chacun compare à son anticipation.
M. : "Qui a deviné juste ?"
Elle prend quelques résultats et les écrit au tableau.
M. : "Qui a fait la meilleur prévision ? la plus mauvaise ?"
Sans difficulté, les élèves utilisent la valeur absolue de la différence.
M. : "Regardez, je verse maintenant un deuxième verre d'eau dans le récipient. Quel poids allons-nous trouver maintenant ?"

.../...

Quelques élèves multiplient 225 g. par 2, mais d'autres flairent un piège et essaient de corriger leur prévision. Pas de commentaires ni de recueil de prévisions... La pesée indique cette fois 282 g.... Comparaison des anticipations des élèves... quelques-uns s'éclairent : "eh... j'ai compris quelque chose..." mais la maîtresse n'encourage aucun commentaire.

M. : "Continuons, je mets un troisième verre d'eau".
Déjà une dizaine d'élèves retranchent le premier résultat du second et lui ajoutent la différence.
282 - 225 = 57 ; 57 + 282 = 339.
Quelques autres bricolent leurs nombres, deux ou trois multiplient imperturbablement par 3 la première valeur.
Un nouvel élève vient effectuer la double pesée : 351 grammes... Etonnement, déception et sentiment d'injustice chez ceux qui auraient fait le calcul ci-dessus. La maîtresse reste neutre. Un élève a proposé la valeur exacte : les autres le pressent de dire comment il a fait :
"J'ai vu que l'aiguille était plutôt par là alors j'ai réfléchi... Il se rengorge, il est meilleur, et de plus il sent bien qu'il a de la chance... il gagne quoi !
La maitresse résiste à l'envie de lui infliger "l'explication".
Le jeu de devinette continue : les élèves vont comprendre progressivement que le calcul ne donne pas forcément la valeur trouvée avec la balance. Les élèves qui ont utilisé cette méthode de prévision viennent l'expliquer et s'insurgent de ne pas la voir réussir : Elle prend en compte tous les éléments essentiels du problème d'une façon qui parait rationnelle, elle se communique bien.

Les élèves qui ne l'avaient pas inventée l'utilisent pour comparer... la comprennent.
M. : "Quel est le poids de l'eau d'un verre... non, non, nous ne pèserons pas mon verre... calculez le...
Selon les expériences choisies pour calculer les différences, les poids sont différents !...
Le débat s'éclaire... Le verre n'est pas exactement rempli de la même manière à chaque fois... On ne peut pas être sûr. La maîtresse doit manipuler avec précaution..."

.../...

Première conclusion : La maîtresse doit manipuler avec précaution, montrer que le verre est bien plein, attendre que l'eau se calme...

Si les différences subsistent, les élèves peuvent être conduits alors à penser que plusieurs pesées d'un même objet ne donnent pas la même valeur... Il vont ainsi aller plus ou moins loin dans l'analyse des erreurs de mesure.

Il existe des moyens d'arrêter cette chaîne de raisonnements ; il suffit par exemple de remplacer l'eau par du sable bien sec et la balance Roberval par une balance à ressort : la précision de la lecture est de l'ordre du gramme et le poids des verres de sable, d'une pesée à l'autre, varie de beaucoup moins que un gramme.

Le modèle d'une mesure entière et déterministe convient parfaitement. Pour obtenir l'idée que la méthode de calcul est bien la meilleure façon de prévoir les résultats des différentes pesées malgré les erreurs de mesure aléatoires, il faut gérer un processus d'activités, de communications de résultats, d'échange de garanties, de réflexions et de débats.
Les élèves sont bien prêts à accepter d'utiliser des encadrements pour diminuer l'incertitude du résultat, mais il faut organiser des situations où l'équilibre entre prévision sûre et prévision précise prend son sens... économique.

d) La place de l'élève.

Il s'agit comme dans les paragraphes précédents, de montrer que les problèmes d'enseignement sont aussi et quelquefois principalement des problèmes de didactique. La place de l'élève dans la relation didactique a été revendiquée, tout comme la place de la "réalité" - au nom de différentes approches - psychanalytique, psychologique, pédagogique... L'épistémologie génétique a fourni dans ce sens les arguments les plus sérieux et les plus proches de la connaissance mais d'autres travaux sont nécessaires pour utiliser ses apports. Il est fréquent que les erreurs de l'élève soient interprétées par le professeur comme des signes d'une incapacité à raisonner en général ou au moins comme une erreur de logique : dans un contrat didactique large le professeur prend en charge les représentations, le sens des connaissances, mais dans des conditions

.../...

plus dures il est conduit à repérer simplement l'endroit où la réponse de l'élève est en contradiction avec les savoirs antérieurs en évitant soigneusement tout diagnostic sur les causes de l'erreur. Celle-ci réduite à son aspect le plus formel tend à devenir soit une "erreur de logique" "vous faites un raisonnement faux, vous remontez une implication....soit l'ignorance d'un théorème ou d'une définition".

Dans cette réduction drastique, l'élève est identifié à un algorithme production de démonstrations selon les règles de la logique mathématique. Ce contrat permet au professeur la défense la plus sûre : il ne prend en charge que des connaissances reconnues dans son propre domaine. Il lui suffit de les exposer dans un ordre axiomatique et d'exiger les axiomes comme des évidences.....

Or, il est clair que les enfants utilisent certaines représentations ou certaines connaissances différentes de celles que l'on veut leur enseigner. La logique des enfants, la pensée "naturelle " sont déjà assez bien connues. Elles leur font commettre des erreurs que l'on peut recenser et observer régulièrement. Certaines de ces connaissances peuvent se constituer en obstacles (didactiques ? ontogénétiques ? épistémologiques ?) et donner lieu à des conflits cognitifs.

Quelle place, quel statut, quelle fonction donner à ces représentations ?

Faut-il ? (peut-on et comment ?) :

- les rejeter implicitement à chaque occasion ?
- les ignorer ?
- les accepter sans les reconnaître ?
- en gérer l'évolution à l'insu des élèves ?
- en faire l'analyse avec les élèves ?
- les reconnaître, les exposer et leur faire explicitement une place dans le projet d'enseignement ?

Nous savons que le <u>sujet cognitif</u> utilise des prédicats amalgamés, des connecteurs prélogiques, des métaphores, des métonymies... Nous savons que le développement de la pensée logique de l'élève consiste en des évolutions saccadées où les contradictions entre les composantes contextuelles vont de pair avec l'extension des préfoncteurs et la décantation des prédicats, et où la

.../...

syntaxe et la sémantique sont impliquées en même temps. Celles-ci ne se séparent que lentement, à des périodes différentes selon les secteurs....

La didactique naïve ne permet de proposer à l'élève que des exercices logiques (mathématiques) sur des composantes décantées. Connaître le sujet cognitif suffit-il à résoudre les problèmes de l'élève ? Je ne le crois pas : la création et la gestion des situations d'enseignement n'est pas réductible à un art que le maître pourrait développer spontanément par de bonnes attitudes (écoute de l'enfant...) autour d'une simple technique (utiliser des jeux, du matériel, ou le conflit cognitif par exemple). La didactique n'est pas réduite à une technologie et sa théorie n'est pas celle de l'apprentissage, mais celle de l'organisation des apprentissages d'autrui ou plus généralement celle de la diffusion et de la transposition des connaissances.

Le débat proposé plus haut n'a pas de cadre théorique ni de fondement expérimental ni de solution hors de la didactique.

Le raisonnement de l'élève est un point aveugle de la didactique "naïve" parce que son traitement exige une modification du contrat didactique. Il ne suffit pas de connaître le sujet cognitif, il faut avoir les moyens didactiques (et socio-culturels) de le reconnaître.

La situation est la même chaque fois que l'élève à la charge de la mise en oeuvre d'une théorie, par exemple pour la mise en équation d'un problème ou l'utilisation d'une théorie en physique : L'analyse première de la situation et l'appel aux notions théoriques se fait d'abord à l'aide de modèles spontanés et de reconnaissance en pensée naturelle. En cas d'échec de cette phase, l'enseignant, enfermé dans un contrat qui lui fait l'obligation d'enseigner la science, mais pas la manière de découvrir la science, ne peut qu'exposer à nouveau sa théorie. Cette impossibilité de traiter ce qui permet la mise en oeuvre de la théorie le conduit à se justifier par un diagnostic erroné : ("vous ne savez pas votre théorie") et finalement le condamne à courir d'échec en échec.

Accepter de prendre en charge les moyens individuels d'apprentissage de l'élève (le sujet cognitif) exigerait :
- une modification complète du rôle du maître et de sa formation
- une transformation de la connaissance elle-même.

.../...

- d'autres moyens de contrôle individuel et sociaux de l'enseignement,
- une modification de l'épistémologie du professeur,etc...C'est une décision qui pose des problèmes que seule la didactique peut peut-être résoudre. Ce n'est surement pas une décision qui relève du libre choix des enseignants, ni de leur art. Insistons sur cette contradiction : si actuellement le sujet n'a pas de place dans la relation d'enseignement (il en a dans la relation pédagogique) ce n'est pas parce que les maîtres s'opiniâtrent dans le dogmatisme mais parce qu'ils ne peuvent corriger les causes didactiques profondes de cette exclusion. Nous risquons de payer cher des erreurs qui consistent à demander au volontarisme et à l'idéologie ce qui relève de la connaissance. A la recherche en Didactique de trouver des explications et des solutions qui respectent les règles du jeu du métier d'enseignant ou d'en négocier les changements sur la base d'une connaissance scientifique des phénomènes. Aujourd'hui, on ne peut pas "enseigner" aux élèves la "pensée naturelle" mais on ne peut pas non plus laisser l'institution convaincre les élèves en échec qu'ils sont des idiots - ou des malades - parce que nous ne voulons pas affronter nos limites.

Que mes propos ne paraissent pas trop pessimistes, les recherches avancent au fur et à mesure que les problèmes se posent mieux : en géométrie le traitement de la représentation de l'espace est étudié comme un projet didactique distinct de l'enseignement de la géométrie.

Certains travaux de ces dernières années montrent la possibilité de traiter dans la relation didactique la pensée logique de l'enfant.

Il s'agit de situations et de contrats permettant de prendre en charge explicitement l'évolution et le rôle de ces modes de pensée non seulement dans l'élaboration des moyens de preuve, mais aussi dans la formation du jugement et le réglage des conduites sociales (jeux de coalition, agrégation de données, etc...)

Nous voyons dans ces deux exemples comment à l'occasion la prise en compte du sujet psycho-cognitif passe par une définition de l'élève qui réclame en fait une transformation de l'organisation du savoir lui-même dans une transposition didactique et un changement de contrat.

.../...

Nous étudions ce même phénomène à propos par exemple de l'énumération : cette activité cognitive est indispensable à l'élève dans l'apprentissage du nombre et lui est utile tout au long de sa scolarité, mais elle n'existe pas en tant qu'objet de connaissance mathématique, alors elle n'a jamais pu être enseignée correctement et la "pratique" n'a pas pu prendre en compte les difficultés des élèves avec cette notion.

e) La mémoire, le temps

Ce que l'élève a en mémoire paraît être le but final de l'activité d'enseignement. Les caractéristiques de la mémoire du sujet, son mode de fonctionnement en particulier, et son développement ont donc pu apparaître comme la base théorique de la didactique. De sorte qu'on a pu réduire alors l'enseignement à l'organisation de l'apprentissage et des acquisitions de l'élève-individu.

Un certain nombre de travaux montrent les insuffisances (les inconvénients) de cette conception qui ignore notamment les rapports entre l'organisation du savoir (et ses modifications dans la relation didactique), l'organisation du milieu et ses exigences institutionnelles et temporelles pour engendrer telle ou telle mémorisation, et la réorganisation et les transformations des connaissances que le sujet opère. Certains phénomènes d'obsolescence des situations et du savoir, l'usage paradoxal du contexte sollicité ou rejeté selon les besoins, les variations rapides du statut des connaissances scolaires et les transpositions didactiques qui en découlent, les mises en scènes didactiques de différentes sortes de mémoires attestent que la mémoire de l'élève est un objet didactique très différent de la mémoire du sujet cognitif. Les professeurs manipulent le savoir enseigné et les souvenirs des élèves de façon complexe. Ils doivent organiser aussi bien l'oubli de ce qui a été un moment utile et qui ne l'est plus que la réactivation de ce dont ils ont besoin.

Cette gestion s'effectue dans le cadre d'une négociation qui engage la mémoire du système didactique et non plus seulement celle de l'élève.

.../...

Un maître qui ne se souvient pas de ce qui a été fait par tel ou tel élève, ou de ce qui a été donné comme savoir commun, ou de ce qui a été convenu, ou un maître qui laisse entièrement à la charge de l'élève l'intégration des moments d'enseignements est un maître sans mémoire. Il est incapable d'exercer des pressions didactiques personnalisées et spécifiques qui paraissent indispensables dans le contrat didactique. La "mémoire didactique" du professeur et du système gère en outre les changements d'attitudes devant la présence ou non des ressources du milieu, les transformations du langage. C'est un fait d'observation courante que les élèves ne peuvent évoquer certaines connaissances qu'en présence d'une personne qui a partagé l'histoire de leurs relations avec ces connaissances, ou qu'en présence des dispositifs particuliers qu'ils ont utilisés. Transformer les souvenirs en connaissances mobilisables est une opération didactique et cognitive mais pas seulement un acte individuel de mémorisation. L'organisation de la mémoire didactique fait partie d'une gestion plus générale du temps didactique.

4. LA GESTION DES PHENOMENES DE DIDACTIQUE

Nous ne pouvons pas présenter ici les phénomènes de didactiques qui se manifestent dans la négociation du contrat didactique et que le professeur doit contrôler : Effets divers d'effondrement du sens : effet Topaze, effet Jourdain, effet d'analogie, effet du glissement métadidactique, d'émiettement etc...Nous nous contenterons d'un petit tableau (Figure n°1)

Nous ne pouvons pas non plus expliquer comment la relation didactique exige une diversification des rôles que doivent ensivager le professeur et l'élève, ou auxquels ils peuvent s'identifier. Ces rôles mobilisent des savoirs et des fonctionnements du savoir différents.

A titre introductif et purement suggestif le schéma 2 indique ces différents rôles.

.../..

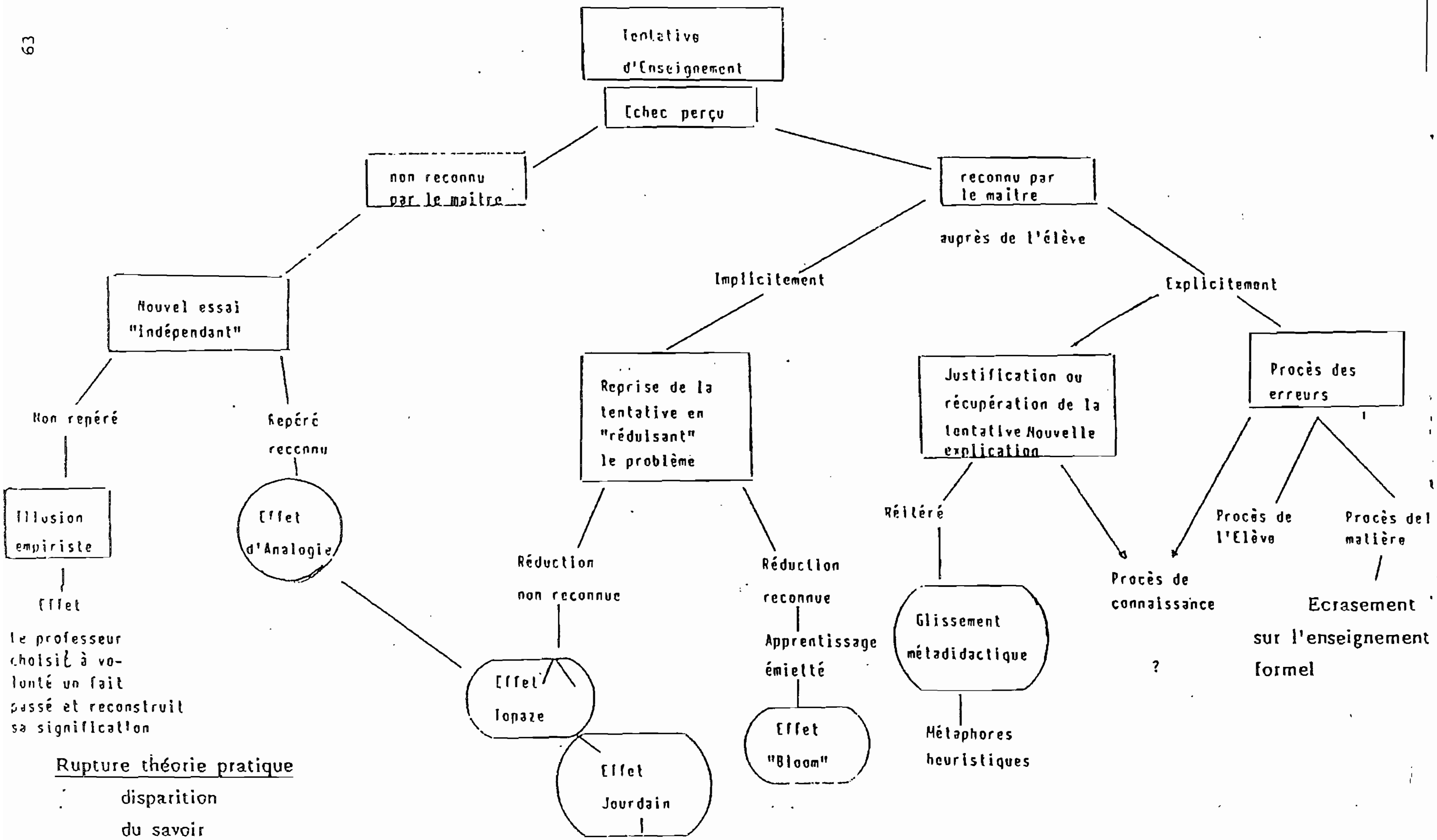

Tentative d'Enseignement
Echec perçu
non reconnu par le maître
reconnu par le maître
auprès de l'élève
Nouvel essai "indépendant"
Implicitement
Explicitement
Non repéré
Repéré reconnu
Illusion empiriste
Effet
le professeur choisit à volonté un fait passé et reconstruit sa signification
Rupture théorie pratique
disparition du savoir
Effet d'Analogie
Reprise de la tentative en "réduisant" le problème
Réduction non reconnue
Effet Topaze
Effet Jourdain
Réduction reconnue
Apprentissage émietté
Effet "Bloom"
Justification ou récupération de la tentative Nouvelle explication
Réitéré
Glissement métadidactique
Métaphores heuristiques
Procès de connaissance
?
Procès des erreurs
Procès de l'Elève
Procès de matière
Ecrasement sur l'enseignement formel

Figure 1

Schéma montrant les différents rôles du maître et de l'élève

Le maître a des rôles différents, et l'élève aussi.
P1 c'est le professeur qui réfléchit à la séquence qu'il doit faire : il regarde la situation d'enseignement comme un objet, il prépare son cours.
S1 c'est un élève qui regarde une situation d'enseignement de l'extérieur.
P2 c'est le professeur qui enseigne ; il est dans la situation didactique, il agit et il a devant lui quelquechose qui est la situation d'apprentissage, et il a à côté de lui, indépendamment de la situation d'apprentissage, un élève à qui il peut parler, sur qui il peut agir et qui peut agir sur lui : S2 c'est l'élève qui regarde sa propre situation d'apprentissage, à qui on tient un discours sur son apprentissage.
S3 c'est l'élève apprenant, en situation d'apprentissage, il est confronté à une situation qui n'est plus une situation didactique. Il regarde un élève S4 qui pourrait être lui-même, en situation d'agir sur le monde, quelqu'un qui prend des décisions, c'est la situation de référence. S3 c'est le sujet épistémique, S4 c'est le sujet actif.
S4 regarde la situation objective qui met en oeuvre des sujets S5 souvent hyothétiques, ceux qui sont dans le problème : par exemple "trois personnes se partagent...". L'élève peut s'identifier à ce sujet, mais il n'y a pas d'intrusion de l'élève à ce niveau.

L'élève peut s'identifier aux différentes positions du sujet.

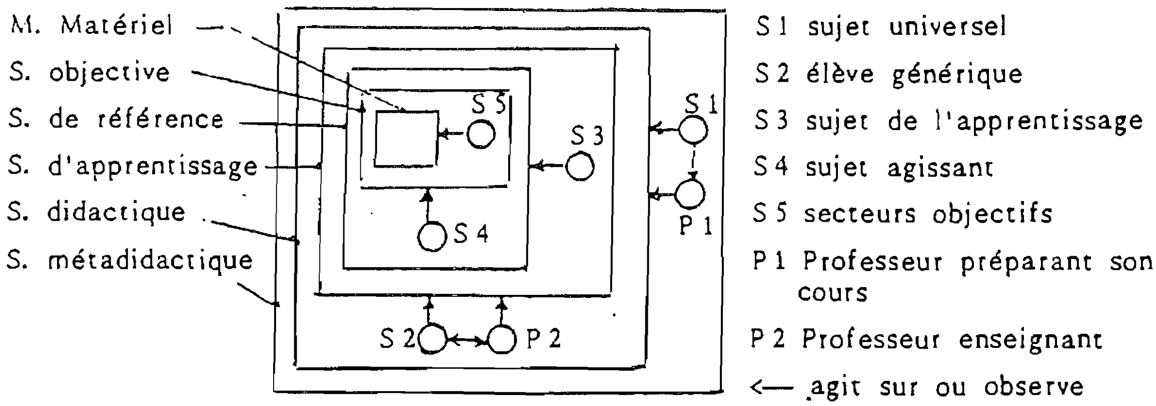
Le statut de la connaissance n'est pas fixe : il y a changement du statut de la connaissance aux différents niveaux.

Les divers types de situations, didactiques et a-didactiques, en évidence sont les suivantes :

situations a- didactique objective
situation de référence a-didactique
situation d'apprentissage "a-didactique"
situation d'enseignement (situation didactique)
situation métadidactique

.../...

Elles sont emboîtées selon une relation de "situation agie" à "situation objet d'étude" ; le schéma global étant le suivant :



L'élève peut s'identifier aux différentes positions épistémiques, le rôle et le sens du savoir est différent à chaque niveau, les connaissances changent de niveau et de statut au fur et à mesure de l'apprentissage. Les possibilités offertes ou non à l'élève de jouer ou de simuler les différents rôles contribuent de façon importante à la formation et à l'évocation du sens des connaissances (BROUSSEAU [6]).

CONCLUSION

Nous avons vu que le maître est une sorte d'acteur. Il agit en fonction d'un texte qui a été écrit ailleurs et d'une tradition. On peut l'imaginer comme un acteur de la comédie del arte : il invente son jeu sur le champ en fonction d'un canevas.

Cette conception est soutenue par l'idée - tout à fait exacte - que le professeur a besoin de liberté et de créativité dans son action. Un professeur qui récite ne pourrait pas communiquer l'essentiel et si on voulait lui faire présenter une situation

.../...

qu'il ne peut pas bricoler, l'enseignement échouerait. Peut-il y avoir une autre conception, plus professionnelle de l'enseignant ? Peut-il utiliser des situations toutes faites pour recréer des conditions d'apprentissage identiques à un modèle connu ?
Cela implique que l'on distinguerait ce qu'il ne peut pas modifier de ce sur quoi peut porter sont talent personnel. En poursuivant notre comparaison ci-dessus, le professeur deviendrait un acteur dont le "texte" serait la situation didactique à gérer (pas évidemment le texte au sens strict).

Cette conception nouvelle est indissociable du développement des connaissances en ingénierie didactique. Elle est le prix à payer pour une professionnalisation des métiers d'enseignants, pour une meilleure efficacité et pour une meilleure négociation sociale et culturelle de ses problèmes.

Je ne crois pas qu'elle signifie une diminution du rôle ni des possibilités du professeur, aussi bien dans l'enseignement que dans la construction du savoir. Mais il s'agit là d'une transformation très importante, qui prendra beaucoup de temps et dont le coût culturel et social sera d'autant plus élevé que les ambiguités actuelles sur le rôle des enseignants

Commentaire de ce point lors de la table ronde

Un P.E.N. par exemple, professeur d'enseignement secondaire quand on discute de son traitement ou de son statut, ne peut devenir soudain un chercheur qui communique à ses étudiants de Bac + 2 à Bac + 4 tout le savoir (lequel ?) théorique professionnel nécessaire à l'enseignement, que si on admet que ce "savoir" spécifique est au fond sans grande valeur. La preuve : lorsque le gouvernement français augmente de deux ans la durée de la formation des instituteurs, il le fait de telle sorte que n'importe quelle formation de propédeutique dans n'importe quelle discipline soit préférable à tout enseignement de ce savoir spécifique. Une telle insolence naïve dans le mépris pour le rôle du maître passe presque inaperçue parce qu'elle est un fait de société et de culture. Ce sont ces professeurs eux-mêmes qui "le proposent" à l'intelligencia : pour éponger les surplus de la formation universitaire

.../...

classique et pour "élever" le "niveau" de la profession. Les enseignants n'ayant ainsi rien de spécifique à vendre ne peuvent pas vraiment négocier leur revalorisation auprès du public sur une base technique. Les salaires restent donc très bas bien que les enseignants fassent figure de "privilégiés". Les problèmes d'enseignement assimilés à des problèmes d'administration ne peuvent jamais être vraiment soumis ni à l'analyse objective, ni à la recherche, ni à la régulation par la loi du marché. La langue de bois règne en maître dans ce domaine. L'absence de ces savoirs fondamentaux sur lesquels pourraient s'appuyer une conception plus saine du rôle du maître permet à l'idéologie et à la politique politicienne de s'emparer du terrain de l'école (auquel les parents s'intéressent légitimement) et de le défigurer pour en faire le support des connivences dont ils ont besoin.

Ce texte a été élaboré grâce aux notes et aux transcriptions de M.J. PERRIN que je remercie ici chaleureusement.

COMPTES-RENDUS

DES

TRAVAUX

DE

GROUPES

Groupe A1

DANS QUELLE MESURE LA DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES PEUT-ELLE DEVENIR UN OBJET D'ENSEIGNEMENT EN FORMATION INITIALE ,

<u>Animation</u> : Suzy GAIRIN-CALVO
<u>Rapport</u> : Jeannine WEBER, Suzy GAIRIN-CALVO
15 participants

Il faut noter d'abord que le thème annoncé n'a pas été vraiment traité : aucun participant n'avait l'expérience de cours de didactique en Formation des Instituteurs ; seule Régine DOUADY avait pratiqué un enseignement de la didactique (au niveau des IDEN notamment).

Le sujet traité a plutôt été "de quelles façons la didactique intervient-elle dans notre enseignement en F.P. ?", ce qui a conduit le groupe à s'interroger aussi sur :

- quels concepts de didactique estimons-nous utiles pour envisager l'enseignement des maths à l'E.P. ?
- quels sens mettons-nous derrière certains termes (sit. a-didactique, institutionalisation, etc...)

Les discussions ont fait apparaître quelque peu prématurée la question de l'enseignement de la didactique en FP : comment enseigner des connaissances encore mal définies et que nous sommes loin de maîtriser ?

Les participants ont senti la nécessité de continuer les échanges au sujet de la didactique et souhaitent poursuivre le travail du groupe lors du prochain colloque.

<u>Déroulement</u> : le groupe a travaillé à partir de documents amenés par les participants.

<u>1ère séance</u> (45 mn) : présentation d'une grille d'analyse des travaux en FP, proposée par l'I.R.E.M. de Bordeaux (annexe 1).

<u>2ème séance</u> (3 h) : utilisation de cette grille pour analyser un travail conduit en FP au sujet de la division (S. GAIRIN-CALVO - Annexe 2)

<u>3ème séance</u> (1 h 30) : . utilisation d'un "guide pour l'observation d'une séquence" (R. DOUADY - Annexe 3)

. quelques participants ont choisi de travailler , lors de cette séance, sur les laboratoires d'essais pédagogiques avec Charles BALDUZZI(*).

D'autres documents n'ont pû être examinés, faute de temps :

- des fiches récapitulatives, distribuées aux normaliens (J.BOLON Annexe 4) : ce travail a suscité beaucoup d'intérêt et les participants projettent des échanges à ce sujet (critiques, suggestions, propositions pour d'autres thèmes).

- des "Exercices de didactique" (S. GAIRIN-CALVO - Annexe 5) : il ne s'agit pas, pour le moment, "d'exercices" à poser aux normaliens - mais d'une ébauche examinée dans le groupe IREM de Bordeaux "didactique en FP". L'objectif étant dans un premier temps, de se mettre d'accord, au niveau des formateurs, sur le sens de certains concepts.

Première séance : Présentation de la grille d'analyse (Voir Annexe 1)

L'objectif est d'essayer de mieux identifier ce que nous faisons dans la formation des normaliens et de mieux situer l'intervention de la didactique.

Les participants, ayant reçu cette grille, n'ont guère pu l'utiliser. Elle leur a semblé d'un emploi trop complexe - mal défini. S. GAIRIN-CALVO propose une grille plus simple :

.../...

(*) Les collègues intéressés par ce thème - qui pourrait faire l'objet d'un groupe lors du prochain colloque - peuvent écrire à Charle BALDUZZI pour se procurer l'ouvrage qu'il a rédigé (en collaboration avec Annie BALDUZZI)
EN. 1·AIX.EN·PROVENCE (13)

Savoir Savant \ Formation E.N.	Objet de savoir	Objet d'enseignem	epistémologie didactique théorique	. Ingenierie . Pratique de la classe
Mathématiques	A	B	C	D
Didactique	E	X	X	X

A : "Math. objet de savoir" : il s'agit de l'acquisition des connaissances par les normaliens, sur le thème considéré.

B : "Math. objet d'enseignement" : il s'agit de définir, sur ce thème, ce qui va être enseigné à l'école primaire.

C : "Epistémologie et didactique théorique" : à propos d'une notion mathématique enseignée à l'école primaire ; point de vue historique, épistémologique et prise en compte des travaux de didactique.

D : "Ingénierie et pratique de la classe" : il s'agit là de construction de séquences, de progression, d'évaluation, en liaison avec la pratique de la classe, d'informations diverses sur les programmes, les manuels.

E : "Didactique - Objet de savoir" : c'est dans cette case que se placerait un enseignement de la didactique aux FP. Cette case semble vide pour la plupart des participants. Seuls des PEN de Bordeaux envisagent de faire à la fin de l'année un cours de didactique pour faire une synthèse des différents concepts qu'ils ont eu l'occasion de mettre en oeuvre pour envisager l'enseignement de différentes notions de l'Ecole Primaire.

. La distinction entre les cases C et D est en fait difficile à faire dans l'analyse des séances réalisées à l'EN : pour une même notion, on envisage son enseignement en mettant en oeuvre certains concepts de didactique théorique et souvent en même temps, on prend en compte bien d'autres éléments : les aspects institutionels (programmes, la pédagogie générale, la "technique" du métier, la psychologie des enfants etc...)

. Le terme de "situation a-didactique" est encore mal cerné par l'ensemble des participants. Il semblerait qu'une "situation a-didactique" soit une situation qui permette de faire fonctionner le savoir chez l'élève, indépendamment du maître et de toute intention d'enseignement. Mais cette situation n'existe en fait jamais à l'école : c'est la question de la dévolution des problèmes aux enfants (rendre la situation de classe le plus proche possible d'une situation a-didactique).

Deuxième séance :

Pour voir si cette grille pouvait faire avancer notre réflexion, nous avons essayé de l'appliquer à une suite de leçons réalisées en FP par S.GAIRIN-CALVO, au sujet de la divison dans N (Voir Annexe 2).

a) Quelques éclaircissements au sujet de ces cours :

* Les numéros indiqués situent les leçons dans l'ensemble du travail en FP (toutes les séances sur la division ne sont pas consécutives).

- Cours n° 1 : Rappel du jeu "le compte est bon"
Règle du jeu : on a n équipes de x joueurs. Chaque joueur dispose de 10 cartons comportant les nombres de 0 à 9. Le maître donne un nombre m compris entre 0 et 9 . Chaque joueur de l'équipe lève un carton et la somme des nombres par équipe doit être égale à m.

Déroulement du jeu : Au départ, il y a une phase de concertation, puis les joueurs peuvent se consulter mais avant que le maître annonce le nombre m.

Objectif de ce jeu : Il s'agit d'élaborer une stratégie gagnante par équipe qui marche pour n'importe quel nombre m. Deux stratégies gagnantes sont possibles :

- on divise le nombre m par 9 ($m = 9b + r$). Les b premiers joueurs lèvent le nombre 9, le joueur suivant lève le nombre r et les autres joueurs lèvent le nombre 0.
- on divise le nombre m par le nombre x de joueurs ($m = b'x + r'$). Les r' premiers joueurs rajoutent 1 au nombre b' et les autres joueurs lèvent le nombre b'.

- Cours n° 9 : Visionnement par les normaliens du film de l'IREM de Bordeaux "algorithme de la division".

1ère question : seulement la moitié des normaliens a noté la structure de la séance (un groupe d'enfant réalise effectivement le carrelage alors que les autres enfants prévoient par le calcul).

2ème question : peu de normaliens ont repéré les deux stratégies : soustractions successives - essais multiplicatifs.

3ème question : 2 ou 3 normaliens ont compris l'intérêt de ce saut pour obliger les enfants à adopter , une stratégie de calcul plus économique (utilisation des produits par 10, 100, 1000,....)

4ème question : plus de la moitié avaient noté qu'il fallait maintenant prévoir le nombre de coups.

b) Etat final de la grille

Formation E.N / Savoir savant	obj. de savoir	Obj. d'enseignement	épistémologie didactique théorique	Ingenierre Pratique de la classe
- division ds N	1 - 2 (15mn) 3 - 11	3 (15mn)	2 - 7 10	9 11
Didactique				

Remplir cette grille n'a pas été facile. Essayer de séparer dans les cours donnés aux normaliens les moments où l'on fait de "l'épistémologie et de la didactique théorique" de ceux où l'on fait de "l'ingénierie et des pratiques didactiques" s'est avéré très difficile. Bien souvent un cours de 2 heures se situe entre les deux et, lors de l'élaboration ou de l'analyse d'une séquence, à la fois on fait de l'ingénierie et on introduit les concepts didactiques nécessaires.

c) Commentaires

La situation présentée aux normaliens dans le cours n°1 a été choisie car :

. elle est inhabituelle par rapport à la division

. elle est intéressante sur le plan de l'analyse de la situation (car composée de plusieurs phases : jeu- -formulation des stratégies-pertinences des stratégies).

Les normaliens sont ainsi mis dans une situation qui fonctionne à deux niveaux :

1°) Ce sont des élèves face à un problème

Ils élaborent une stratégie pour gagner (phase d'action - stratégie implicite) ; puis ils explicitent la stratégie (formulation). Enfin, ils sentent la nécessité d'une validation d'ordre mathématique.

. Une discussion a lieu au sujet de l'Institutionalisation. S.GAIRIN-CALVO pensait qu'on ne pouvait pas considérer qu'il y ait eu ici, pour les normaliens, institutionalisation d'une connaissance :

. si l'on considère que le savoir mis en jeu est la stratégie pour gagner à ce jeu, elle n'a pas à être institutionalisée puisque ce n'est pas un objectif d'enseignement FP.

. si l'on considère que le savoir est la division, il a déjà fait l'objet d'une institutionalisation, il ne s'agit ici que de "retrouver" une ancienne notion.

La discussion qui suit avec Régine DOUADY et Denis BUTLEN va permettre de préciser le concept d'institutionalisation : en fait il ne s'agit pas d'un "point final" dans la construction d'une notion mathématique, il faut l'envisager dans la perspective d'une dialectique "outil-objet" : succession de phases où l'on se sert du savoir (pour résoudre un problème) et de phases où l'on considère ce savoir comme un objet d'étude en soi. (phase d'institutionalisation de la théorie de G.BROUSSEAU). Ici, il y a donc bien eu une phase d'institutionalisation : les normaliens ont reconnu dans ce qu'ils avaient utilisé un savoir qu'ils avaient déjà identifié comme "division", il y a eu une nouvelle réorganisation de leurs connaissances, enrichie du sens nouveau qu'ils venaient de construire dans cette situation particulière.

2°) Ce sont des observateurs d'une situation de classe

Dans la séance 2, il s'agit de les amener à prendre du recul et à analyser le fonctionnement de la situation qu'ils ont vécu.

3°) La situation était choisie aussi parce qu'elle peut être conduite en CM, moyennant certains aménagements.Mais il aurait fallu expliciter les variables didactiques de la situation, étudier sa mise en oeuvre à l'école primaire (connaissances initiales des enfants, stratégies envisageables, etc....)

En l'absence d'une telle étude, on peut être très sceptique quant à la capacité des normaliens à transposer cette situation.

A propos du cours n° 7 sur l'analyse des manuels, certains participants font faire aux normaliens une analyse ultra guidée qui leur permet de faire le point sur le sujet tant du point de vue des connaissances, des difficultés liées à l'apprentissage que du point de vue historique en repérant les vestiges des différentes réformes (45-70-77) de l'histoire des instructions officielles. Aussi, ce type de cours est-il difficile à classer.

Dans le cours n°9, le fait de donner le questionnaire avant ou après le visionnement, change complètement le statut de celui-ci :

. si on donne les questions avant le visionnement, on exige des normaliens de faire une observation dirigée.

. si on donne les questions après le visionnement, l'observation n'est plus la même, elle est un peu sauvage et ils lisent selon leurs propres conceptions.

Dans le $\boxed{\text{cours n° 10}}$, le problème de la validation ainsi que celui de l'élaboration et de l'organisation de la suite des séquences pour arriver à l'algorithme usuel de la division se posent. Où placer ce cours ? On fait à la fois de la didactique théorique (avec l'apparition des notions de variable didactique, de saut informationnel, etc...) et de l'ingénierie, et les choix faits doivent être tous explicités. Quand on se pose la question de savoir de quels moyens on dispose pour gérer ces choix, on est renvoyé soit à des concepts didactiques, soit à des motivations de voisinage, liées à l'environnement, etc....

L'institutionalisation n'apparaît pas comme une phase terminale du point de vue individuel. Les élèves qui sont différents, ont tendance à s'approprier leurs procédures et pas forcément celles du petit copain. Aussi le maître doit-il intervenir pour permettre à tous, par des phases d'institutionalisation, de s'approprier les procédures efficaces car construire des connaissances c'est aussi s'approprier ce qui se fait dans l'environnement et ce n'est pas contradictoire avec les processus adaptatifs. Suivant l'intervention ou la non intervention du maître, les procédures des élèves prennent des significations différentes. Or un des objectifs du groupe, c'est d'organiser la diffusion des procédures efficaces.

Dans le $\boxed{\text{cours n° 11}}$ on voulait, à partir des préparations élaborées par les normaliens, leur faire construire une méthodologie d'élaboration d'une leçon. Or le jeu des pièges a posé tant de problèmes mathématiques aux normaliens que l'objectif de ce cours n'a pas pu être réalisé.

$\boxed{\text{Troisième séance}}$: Analyse du guide pour l'observation d'une séquence de mathématiques

Ce guide est conçu pour fonctionner en deux temps :

- Un temps d'analyse à priori : on demande au maître de réfléchir, à priori par rapport à sa séquence et de justifier ses choix dans la préparation. Pour cela, on interroge le maître avant la séquence sur les points suivants:
  - Quel est l'objectif de la séquence ?
  - Organisation didactique de la séquence
  - Comment se situe la leçon dans la progression à moyen terme ?

- Un temps d'observation guidée de la séquence développée dans les points :

  - Travail du maître, des élèves
  - Gestion du temps

Lors de la discussion avec le maître après vérification de la séquence, on confrontera son analyse à priori et les observations lors de la séquence.

Bien que le guide élaboré par R.DOUADY (voir annexe) soit conçu pour l'observation d'une séquence effectivement réalisée, nous avons essayé de le faire fonctionner sur le compte rendu de la séquence n°1, relative à la numération qui se trouve dans le livre "Apprentissages mathématiques" collection Ermel - CE1 - p. 278 à 283.

L'analyse fut difficile car beaucoup d'éléments importants ne figuraient pas dans le compte rendu.

Nous avons envisagé les points suivants :

- les objectifs : explicites ou implicites
- les cadres de travail : le cadre de l'action (sur les jetons) et le cadre des relations (sur les écritures de nombre).

Il manque ici une relation entre ces deux cadres : avec les jetons, on fait seulement fonctionner une règle d'échanges.

Ne faudrait-il pas envisager, pour que l'apprentissage fonctionne, de modifier la situation en situation de prévision : le calcul étant une anticipation de ce que les enfants feront ensuite avec les jetons ?

- La consigne : l'élaboration de la consigne par les enfants favorise sans doute la dévolution du problème. Mais comment éviter qu'en formulant la consigne ils ne fassent aussi des propositions de stratégies ?

Ce travail d'analyse de leçon, bien qu'à peine ébauché, faute de temps, a permis des échanges intéressants entre les participants.

GROUPE A1 - Annexe 1

Savoirs "savants" / Formation	Objet de savoir	Objet d'enseignement	EPISTEMOLOGIE ET DIDACTIQUE THEORIQUE (hist., sit. a-didactique, étude didact.)	INGENIERIE ET PRATIQUES DIDACTIQUES (programmes, réalisations, inform...)
ARITHMETIQUE				
DECIMAUX ET RATIONNELS				
GEOMETRIE				
MESURE				
STRUCTURES ALGEBRIQUES				
REL. APPLICATIONS. FONCTIONS				
LOGIQUE. LANGAGE. RAISONNEMENT				
STATISTIQUE				
INFORMATIQUE				
DIDACTIQUE ET EPISTEMOLOGIE Gle				

Voici la grille que nous avons essayé d'utiliser pour analyser notre travail en F.P. et en particulier, l'intervention de la didactique :
- dans la 2° colonne, il s'agit de prendre en compte les travaux de didactique pour envisager l'enseignement des différentes connaissances à l'Ecole Primaire.
- dans la dernière ligne, il s'agit de l'enseignement de la didactique aux normaliens.

S. GAIRIN-CALVO
Mai 1987

Annexe 2

COMPTE RENDU D'UN TRAVAIL REALISE EN FP1 A PROPOS DE L'APPRENTISSAGE DE LA DIVISION DANS N

(Nombre d'heures consacrées à ce travail : environ 18 H)

J'avais choisi cette année, de commencer par ce thème :

- d'une part parce que je pensais qu'il interviendrait pendant le stage en CM (6 semaines après le début des cours).
- d'autre part parce qu'il permet des activités mathématiques intéressantes au niveau des normaliens.
- enfin, et surtout, parce qu'il permet de faire fonctionner certains concepts de didactique et surtout d'envisager une "élaboration des connaissances par les enfants pour résoudre des problèmes, dans un processus adaptatif".

Suite des cours réalisés

(Chaque cours dure 2 heures)

N°1 : Situation mathématique pour les normaliens : "compte est bon" collectif redécouverte de la division dans une situation inhabituelle : ici elle permet de mieux concevoir et formuler les stratégies gagnantes.

N°2 : Analyse didactique de l'activité précédente :

. les connaissances mathématiques comme outil pour résoudre de "vrais" problèmes et non pas comme une fin en soi.

. phases d'action, de formulation, de validation.

- 15 minutes de cours de maths au sujet de la division

[Distribution des exercices de la brochure APMEP "division".
Chercher (au moins) : les n° 7 - 9 - 12 - 15 - 17 - 22 - 27

N°3 : Correction des exercices

Compléments sur la division, objet d'enseignement à l'E.P.

Distribution du travail de comparaison des démarches. Thévenet et Eiller - ainsi que des Instructions de CM de 80) à remettre dans 3 semaines.

N°4 - 5 - 6 : Tests de connaissance et correction (sur l'ensemble du programme numérique)

N°7 : Examen des deux démarches pour l'étude de la division en C.M.1.

Malgré des différences importantes dans la conception de l'apprentissage, les 2 méthodes se rejoignent sur le point suivant : aucune d'entre elles ne part des procédés élémentaires envisagés par les enfants, l'élaboration de l'algorithme se faisant par améliorations successives, comme le préconisent les Instructions de 80.

N°9 : Présentation et visionnement du film "Algorithme de la division"
Réponse individuelle au questionnaire

Distribution du document d'accompagnement du film.
Pour dans 1 semaine , travail sur Ermel.

N°10 : Exposé d'une démarche de construction de l'algorithme de la division par les enfants.

. Importance de la validation du résultat par les enfants eux-mêmes :
(---> Dialectique de l'action)

Réalisation des collections, puis utilisation de l'écriture $a = bq + r$

. Comment faire évoluer les procédés vers l'algorithme usuel ? Comment rendre nécessaires les produits par 10, 100 et a x 10, b x 100, etc...?

---> notion de variables didactiques
notion de saut informationel

N°11 : Elaboration collective d'une préparation de leçon : "jeu des Pièges" Ermel C.M. tome 1.

. Simulation du jeu pour comprendre la situation mathématique.

. Analyse didactique du schéma proposé par Ermel : phase d'action, de formulation, de validation.

. Méthode pour préparer une leçon (juste ébauchée)

STAGE

NOEL

Travail sur la multiplication

N°18 - 19 : Préparation et réalisation par un groupe d'une leçon en C.M.1.
"Prévoir le nombre de coups"

N°20 : Contrôle

N°21 : Correction des parties I et III

N°25 : Examen de la progression suivie par la C.P.E.N. qui suit notre cours. Compte rendu de la leçon n°19 et de la dernière leçon.
(Invention de textes de problème par les enfants)

Séance n° 9

Questions sur le film "Algorithme de la division "

I°) Résumez le déroulement de la première séquence filmée.

2°) Le problème posé est " combien de rangées de 2I carreaux peut-on faire avec 2 664 carreaux " .
Exposez deux solutions trouvées par les enfants . Pouvez-vous en imaginer d'autres ?

3°) Dans la leçon suivante, on part de 588 654 80I carreaux .
Expliquez pourquoi .

4°) En quoi la troisième séance diffère-t-elle des deux premières ?

Commentaires

. Ce travail a montré aux normaliens qu'il est possible, dans certaines conditions, d'envisager un enseignement des maths tel que les connaissances ne sont pas enseignées toutes faites aux enfants, mais élaborées par eux pour résoudre les problèmes que nous leur posons.

. Nous avons fait fonctionner plusieurs fois les concepts d'action - formulation - validation :

- soit comme stades dans l'appropriation d'une connaissance
- soit comme fonctions différentes du savoir
- soit comme types de rapport sujet-milieu déterminant des situations, de classe différentes en particulier. Pour les situations d'action, nous avons envisagé les nombreuses interactions nécessaires (dialectique de l'action).

. Je n'ai pas parlé d'institutionalisation au cours de ce travail :

- d'une part, n'ayant jamais vu de classe, la plupart des normaliens n'en voyaient pas la nécessité.
- d'autre part, j'ai pensé qu'il valait mieux ne pas exposer tout de suite la théorie des situations didactiques sous sa forme la plus élaborée mais au contraire, envisager une forme plus primitive, pouvant faire l'objet de remaniements successifs.

Le concepts d'institutionalisation a été mis en place en Janvier, après le stage, à propos de leçons sur la comparaison d'écritures multiplicatives. Comme nous les analysions en faisant fonctionner le modèle action-formulation-validation - un normalien a très bien senti que la construction n'était pas complétement achevée ("il faut que le maître fasse la leçon, que les enfants sachent ce qu'ils doivent retenir de tout cela....") - j'ai introduit alors le concept d'institutionalisation.

- La recherche des situations rendant nécessaire l'utilisation de la connaissance visée a permis de mettre en évidence :

- la notion de variables didactiques
- la notion de saut informationnel (nous aurons l'occasion de rencontrer plusieurs fois ce concept par la suite - dans d'autres apprentissages numériques, et dans le travail de J.PERES pour la maternelle, portant sur l'élaboration d'un code de désignation).

FP12

PREMIER CONTROLE DE MATHEMATIQUES

- - -

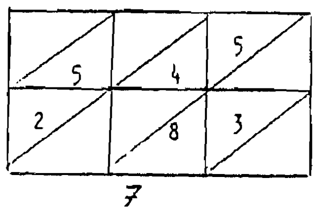
Durée : 3 heures

PARTIE I : EXERCICES

1) Pour faire de la peinture sur soie, Claude utilise des teintures liquides.
En mélangeant 10 cm^3 de teinture orange et 40 cm^3 de teinture rose, il obtient une teinture rose orangée qui lui plaît.

° Que doit-il verser dans un flacon pour avoir 125 cm^3 de cette teinture ?
(Eiller-CM2-81)

2) Compléter la multiplication suivante, en expliquant votre démarche :



SUR ERMEL CM Tome 1 :

3) p :221 : f

4) p : 73 Exemple 1. Premier temps :
Choisissez un des 2 textes proposés
Donnez plusieurs exemples de "cartons" possibles (au moins 5)

PARTIE II : 3 QUESTIONS SUR LA MULTIPLICATION

1) Introduction du signe x en CE1 : quels sont les éléments qui interviennent dans le choix de cette introduction ?

2) La comparaison des écritures multiplicatives : quelles sont les propriétés de la multiplication mises en jeu dans cette comparaison ?

3) Effectuer le produit 258 x 48 en utilisant successivement 3 algorithmes différents
Quel usage fait-on de ces algorithmes à l'école primaire ?

PARTIE III : ANALYSE D'UNE LEÇON

Faites un commentaire de la leçon sur la division p.: 66 ERMEL CM Tome 1

Les questions ci-dessous ont pour but de guider votre réflexion et n'excluent pas d'autres commentaires que cette leçon vous inspirerait.

1) Choix de la situation

a : dans quelle démarche générale d'apprentissage des mathématiques cette leçon s'inscrit-elle ?

b : . quelles sont les variables didactiques de cette situation d'apprentissage ?

. Feriez-vous les mêmes choix que l'auteur pour une première séquence sur la division en C.M.1. ?

(Vous examinerez en particulier les conséquences du choix du nombre "25" comme diviseur).

2) Interventions de la maîtresse

a : que pensez-vous de la manière dont elle donne la consigne ?

b : quel est son rôle, d'après vous, pendant la phase de travail de groupe ?

c : quels sont les objectifs de la mise en commun ? Quelles questions la maîtresse pose-t-elle successivement ?

Quelle semble être la stratégie pendant cette phase ?

3) Comportement des enfants

a : quelles questions vous posez-vous au sujet du travail par groupe ?

b : les travaux réalisés :

- quelle classification peut-on envisager pour les analyser ?
- pourrait-on obtenir dans d'autres classes des travaux différents de ceux-ci ?

4) Après cette leçon

Pouvez-vous prévoir l'enchainement des 4 ou 5 leçons suivantes ?

A1 ANNEXE 3

Régine DOUADY
Denis BUTLEN
Claire LETHIELLEUX

GUIDE POUR L'OBSERVATION D'UNE SEQUENCE DE MATHS

1 - QUEL EST L'OBJECTIF DE LA SEQUENCE?

* <u>objectif d'apprentissage</u>

-d'une notion
-d'un langage
-d'une technique
-d'une forme de travail
...

<u>l'apprentissage se fait-il:</u>

-par mise en oeuvre d'une situation-problème?
.où en est-on? (début, en cours)
.en quoi la situation prévue est-elle une situation d'apprentissage?
.quels principes d'apprentissage met-elle en oeuvre?
.est-elle bien adaptée, efficace pour l'objectif d'apprentissage visé?

-par apport d'informations du maître?

* <u>objectif de réinvestissement</u>

-en vue d'une familiarisation par des exercices simples d'application.
-en vue d'une mise à l'épreuve dans un nouveau contexte qui nécessite la coordination d'éléments de savoir déjà appris séparément ou qui implique une partie réellement nouvelle.

* <u>objectif d'évaluation</u>

* <u>organisation didactique de la séquence</u>

En fonction de l'objectif, quelle est l'organisation de classe choisie par le maître: travail individuel, travail de groupe, situation de communication ? Est-elle pertinente?

2 - COMMENT SE SITUE LA LECON DANS LA PROGRESSION A MOYEN TERME?

-Quel est le processus prévu pour élaborer et faire fonctionner le savoir engagé?
-Quelles sont les étapes clés du processus et comment s'articulent-elles entre elles?
-Quelle est l'évolution constatée des conceptions des élèves?
-A-t-on envisagé des rectifications de parcours?
-si oui, lesquelles et pour quelles raisons?
-si non, pourquoi? par exemple, les réalisations sont conformes aux prévisions ou le maître ne sait pas comment tenir compte des élèves ...

3 - TRAVAIL DU MAITRE, TRAVAIL DE L'ELEVE

-En quoi consiste la tâche de l'élève?
-Quelle est la consigne de travail? Sous quelle forme est-elle donnée? Est-elle l'objet d'une discussion la précisant?
-Est-elle l'objet d'une négociation?
-Cette discussion ou négociation débouchent-elles sur la tâche prévue ou sur une autre? Laquelle?

-L'élève est-il engagé dans une activité lui posant problème? Quel problème? Etait-il prévu?
-En cas de blocage de la situation, quelle est l'intervention du maître?
-Au cours de son travail, l'élève peut-il revenir en arrière et recommencer? Est-ce licite?
-Prend-il ses décisions en se référant au savoir ou à un contrat entre le maître et les élèves? Ce contrat est-il implicite? explicite?
-Y-a-t-il négociation entre le maître et les élèves pour la production par les élèves de ce qu'attend le maître?
-Y-a-t-il débat de savoir?

-Quels moyens de contrôle l'élève a-t-il sur la validité de ce qu'il fait?
-Quel est le rôle du maître dans la validation du travail que fournit l'élève?
-La réalisation représente-t-elle un progrès de savoir, du point de vue du maître?

4 - GESTION DU TEMPS

-Comment est organisée la séquence :
selon un seul objectif?
selon plusieurs sous-séquences d'objectifs différents?

-Au cours de la séquence observée:
Quel est le temps du maître, comment l'occupe-t-il?
Quel est le temps de l'élève, comment l'occupe-t-il?
Quel est le temps collectif, comment est-il occupé, comment est-il géré?
-Quelles sont les variantes, et en fonction de quoi sont-elles décidées, dans d'autres séances?

Jeanne BOLON

RESOLUTION DE PROBLEMES 03/87

Bibliographie

Numéro spécial de la revue Grand N, cours moyen, tome 2, CRDP de Grenoble.

Collection "Rencontres pédagogiques" n° 4, Comment font-ils ? l'écolier et le problème de mathématiques, INRP, 1984.

INRP, Apprentissage de la résolution de problèmes au cours élémentaire, compte-rendu de recherches, 1986.

Stella BARUK, l'âge du capitaine, Seuil, 1985 *(seules certaines parties concernent l'école élémentaire)*

ERMEL, cours élémentaire, tome 1, cours moyen, tome 1, Hatier.

Revue française de pédagogie
n° 60, 1982: J.F.RICHARD, Mémoire et résolution de problèmes.
M.DENIS, Représentation imagée et résolution de problèmes.
n° 74, 1986: R.BRISSIAUD et M.C. ESCARARABAJAL, Formulation des énoncés: classique vs récit.

Bulletin de psychologie n° 375, 1986: J.F.RICHARD, Traitement de l'énoncé et résolution de problèmes.

Qu'est-ce qu'un problème ? Sa définition varie d'un auteur à l'autre:

. C'est, le plus souvent, un énoncé suivi de question(s). L'énoncé peut-être formulé en français et/ou sous forme de dessin ou graphique.
. On ne le traite pas comme on traiterait un récit dans une séquence de français.

. Il peut être interne aux mathématiques ou être connoté, de près ou de loin, par l'environnement.

. Il peut correspondre à un besoin exprimé par les enfants ou leur être indifférent.

. Sa résolution peut être courte (une séquence) ou s'étaler sur une longue période (de l'ordre du mois).

. Il est proposé aux élèves:
- en fin de séquence pour vérifier des acquis (les élèves doivent choisir *le* bon instrument dans leur "boîte-à-outils" mathématique)
- ou de manière systématique pour introduire de nouveaux apprentissages.

Quelques difficultés

. Dans la plupart des cas, la question suppose une réponse et une seule (le "contrat didactique" dominant...). Des mots spécifiques à usage interne aux séquences de mathématiques ont pour objet de lever d'éventuelles ambigüités. Les énoncés sont fermés.

Avec les "situations-problèmes" (introduites dans les programmes de 1978 au CE), il devient licite de proposer aux enfants des énoncés qu'ils n'ont pas appris à résoudre.

. Calculer et interpréter un calcul sont deux moments différents. Le choix des chiffres significatifs du résultat est important.
. Le contrôle de la vraisemblance du résultat peut être interne aux mathématiques (étude approchée, valeurs particulières) ou externe (par comparaison avec ce que l'on sait de l'environnement de l'énoncé).

. On ne parle plus guère de "solutions-opérations". Cependant, il y a des inter-actions entre les modes d'expression des enfants et leur conceptualisation. L'utilisation de jeux de communication, avec bilan collectif, peut fortement motiver une amélioration de l'expression

JB . Avril 1987

PROPORTIONNALITE

Bibliographie

Mots IV, APMEP

Recherche en didactique des mathématiques.Vol 2.2., 1981, La proportionnalité et son utilisation, par F.PLUVINAGE & C.DUPUIS.

INRP, enquête sur l'enseignement élémentaire, 1977.

SIGES, enquête sur la liaison CM2- Collège, Document n° 3, 1983.

C'est une notion multiforme.

Règle de trois, opérateur multiplicatif ou "divisif", taux moyen, échelle d'agrandissement ou de réduction, rapport, proportion, linéarité, mesure, approximation, fractions, propriété de Thalès..., toutes ces expressions ont quelque chose à voir avec la proportionnalité.

Les réussites aux problèmes de proportionnalité dépendent du contexte du problème et des nombres en jeu.

On réussit mieux les énoncés évoquant les proportions culinaires que ceux issus d'études statistiques.

Doubler, tripler... , c'est beaucoup plus facile que prendre les 13/ 29 d'une bande de papier.

Quelques domaines d'emploi.

Calcul mental, calcul rapide .

Graduations sur des axes (pour des graphiques).

Agrandissement, réduction de figures (maquettes...).

Partage de longueurs (Thalès).

Correspondance entre 2 grandeurs de même nature (longueurs...) ou de nature différente (masse et volume; durée et distance...).

Représentations graphiques de phénomènes "linéaires" ou à variation linéaire.

Comparaison statistique de phénomènes sur des populations d'effectifs différents.

Prévision quand on sait peu de choses sur une situation : vitesse moyenne d'un véhicule, masse volumique d'un matériau .... Approximation entre deux points calculés.

Des emplois pas toujours faciles à maîtriser.

La proportionnalité multiple.

Les relations longueurs-aires-volumes (pour des maquettes, par exemple).

Les taux d'augmentation ou de diminution.

La distinction entre fonction croissante et proportionnalité (plus..., plus...).

Les dimensions des grandeurs induites.

MESURES D'UN POINT DE VUE MATHEMATIQUE

Bibliographie (En sus d'ERMEL)

Sur l'histoire des sciences:

. La rigueur et le calcul, Coll. Cedic.

. J. DHOMBRES , nombres et épistémologie, Cedic.

Sur la notion et les difficultés d'apprentissages:

. Mots IV, Approximations , APMEP.

. Mots VI, Grandeurs et mesures, APMEP.

. A.MYX, La mesure et le calcul, IREM de PARIS VII.

Revue Recherche en didactique des mathématiques:

. Vol. 3.3, 1982, J.ROGALSKI, L'acquisition de notions relatives à la dimension des mesures spatiales, longueurs et surfaces.

. Tout le volume 4.1, 1983.

. Vol. 4.3, 1983, Une approche didactique des problèmes de la mesure.

Les grandeurs mesurables étudiées à l'école élémentaire

. Longueurs, masses, durées.

. Aires, capacités, volumes (étude prolongée au collège)

. Angles (étude prolongée au collège).

Les températures et les dates sont des grandeurs *repérables* et *non mesurables*(pas de sens à l'addition de températures ou de dates).

C'est un domaine où se côtoient les points de vue du mathématicien et du physicien sans qu'on puisse les confondre.

Mathématiquement, la mesure d'une grandeur s'exprime par un nombre réel (éventuellement ni rationnel ni décimal): autrement dit, il n'est pas toujours possible de trouver une unité suffisamment petite pour que la mesure soit un nombre entier (différence de point de vue avec la physique).

Du point de vue de l'apprentissage

. Longueurs, masses, cardinaux finis.. se traitent de manière voisine.

. Les longueurs jouent un rôle particulier:

- la représentation de la droite numérique utilise implicitement le concept de longueur ;
- les longueurs sont souvent utilisées comme graduations d'instrument de mesure.

. Les durées posent un problème partculier, compte tenu de la non-réversibilité du temps.

. Aires et volumes peuvent être mesurées indépendamment des longueurs ou mis en relation avec elles.

Quelques activités à conduire à propos de grandeurs

. Comparaison directe d'"objets", recherche d'invariants. Comparaison indirecte ("objets"non déplaçables).

. Utilisation implicite de l'additivité des mesures.

. Transmission par téléphone d'information sur des objets : nécessité d'accord sur un étalon-unité.

. Constitution d'une échelle à partir d'un étalon (report de l'étalon et additivité).

. Pour certains "objets", la mesure "tombe juste", pour d'autres, non.

. Affinement de la mesure par utilisation d'étalons différents mais cohérents entre eux.

. Fabrications d'"objets" de mesure donnée.("exacte" ou par encadrement).

. La mesure de certains "objets" n'est pas accessible directement mais nécessite un calcul (masse moyenne d'un grain de riz, épaisseur moyenne d'une feuille de papier...).

. Connaissance de l'ordre de grandeurs de certains mesures, de la précision des instruments de mesure usuels.

DECIMAUX

Bibliographie

Histoire des mathématiques :

. La rigueur et le calcul , Cédic

Mathématiques et mathématiciens. / Dedron & Itard, Magnard.

Performances des élèves:

. Enquête INRP, 1977

. Enquête SIGES, liaison CM2- Sixième, document n° 3, 1983

Etudes, recherches et propositions pédagogiques:

. Revue Grand N n° 17, 18, 20, 21 et spécial CM.

. Revue Petit x n° 10, Représentations des fractions et des nombres décimaux chez des élèves de CM2 et du collège.

. Elem math VII, Aides pédagogiques pour le cours moyen, Les décimaux , APMEP.

. IREM de Paris VII, Liaison école-collège, Les nombres décimaux.

. IREM de Grenoble, Le nombre décimal en sixième.

Historiquement

La notion de décimal est postérieure à celle de fraction.

Elle s'impose comme moyen d'approximation de nombre réel (voir, d'ailleurs, l'usage de décimaux pour les calculatrices)

Elle a été culturellement imposée ... avec la Révolution française. Les pays anglo-saxons ont conservé l'usage de fractions, beaucoup plus lontemps que la France.

C'est une notion en relation avec beaucoup de secteurs mathématiques.

Numération en base dix.

Rationnels (et donc proportionnalité).

Réels (et donc approximation)

Mesure de grandeurs.

C'est une notion-charnière entre le domaine mathématique et la "réalité" (utilisation de mathématiques extérieure aux mathématiques).

Quelques difficultés d'apprentissage

Un décimal n'est pas une juxtaposition de deux entiers indépendants (partie entière et partie décimale).

L'intercalation indéfinie entre deux décimaux est possible (contrairement à ce qui se passe pour des naturels).

Le produit de décimaux n'est pas toujours supérieur à chacun des termes du produit. De même, diviser ne fait pas toujours diminuer les nombres en jeu...

Quand on compare des décimaux, le nombre de chiffres avec lesquels ils s'écrivent n'est pas un indice pertinent.

Des indices de bonne maîtrise des décimaux

Division par 10, 100, 1000... de nombres décimaux. Idem avec la multiplication.

Représentation de décimaux sur la droite numérique, utilisation de graphiques.

Liaison entre fractions, décimaux et proportionnalité, en particulier calcul approché

Choix du nombre de chiffres significatifs en fonction du problème "réel" étudié (précision des données ou précision recherchée).

S. GAIRIN-CALVO
Mai 1987

Annexe 5

"EXERCICES DE DIDACTIQUE"

Quelques situtions, avec des cubes

Pour chacune de ces situations :

. Préciser la connaissance mathématique visée

. La sitution s'inscrit-elle dans une démarche de construction des connaissances par les enfants - dans un processus adaptatif ?

. Si oui, s'agit-il d'une situation d'action, de formulation, de validation, ou d'institutionnalisation ?

1 Les enfants travaillent par 2. Ils disposent d'1 boîte avec des cubes bleus, rouges et jaunes.

Consigne orale : "mettre sur la table 8 cubes bleus, 6 cubes rouges at 5 cubes jaunes"
Le maître passe dans les rangs : les enfants qui ont réussi peuvent faire avec les cubes un joli train, en les assemblant dans l'ordre qui leur plaît.

2 Les enfants sont par 2. Ils reçoivent un modèle de "train" dessiné à réaliser avec des cubes bleus, rouges et jaunes.

Ils doivent aller à l'autre bout de la classe, chercher, en une seule fois, tous les cubes nécessaires pour faire exactement le même train.

3 Un enfant reçoit un modèle de train. Il doit commander par écrit, les cubes nécessaires pour réaliser ce train.

Pour cela, il fait un "message" que l'on passe à un "marchand" de cubes - celui-ci viendra apporter les cubes commandés.

4 Chaque enfant reçoit des cubes bleus, rouges et jaunes. Il écrit sur un papier combien il a de cubes de chaque sorte. Le maître passe dans les rangs et dit si c'est juste.

(5) Jeu à 2 avec des dès et des cubes de 3 couleurs

Chacun laisse à son tour un dès bleu, puis rouge, puis jaune et prend le nombre de cubes correspondant.

Puis chacun assemble ses cubes et on cherche le train le plus long. Sur une feuille, les enfants notent le résultat sous la forme :

$3 + 4 + 3 > 2 + 5 + 1$

(6) . Par 2, cubes bleus et rouges

. Les enfants tirent 2 étiquettes $\boxed{3 + 4 + 3}$ --> nombre de cubes rouges

$\boxed{2 + 5 + 1}$ --> nombre de cubes bleus

Pendant qu'un des enfants réalisent les 2 collections et compare les trains, l'autre, sans voir les cubes, essaie de prévoir quel sera le train le plus long.

Quand les deux enfants ont fini, confrontation. Discussion en cas de désaccord.

(7) La classe est partagée en 2 équipes.

Le maître écrit au tableau 2 nombres sous forme additive

$A = 3 + 8 + 11 \quad B = 11 + 7 + 2$

Un enfant vient former les collections de A cubes rouges et B cubes bleus. Pendant ce temps, tous les autres enfants, individuellement, prévoient quel sera le train le plus long.

Inventaire des prévisions, puis vérification : les enfants qui ont bien prévu font gagner 1 point à leur équipe.

Entre les prévisions, les enfants d'une même équipe se regroupent pour discuter de la meilleure stratégie pour gagner.

P.S. : Il ne s'agit pas là, pour le moment, d'"exercices" de didactique posables à des normaliens. C'est un document de travail pour notre groupe IREM "didactique en FP"

Groupe A2

QUELLES PROPOSITIONS POUR UNE ORGANISATION COHERENTE DES ACTIVITES MATHEMATIQUES A L'ECOLE NORMALE ?

Animation : René BERTHELOT
Rapport : Monique TALEB
11 participants

Liste des participants:

René Berthelot	Pau
Michèle Lambert	Chambéry
Jean Maggion	Foix
Colette Dubois	Livry-Gargan
Jean-Marie Vernet	Avignon
Geneviève Dutillieux	Caen
Marie-Hélène Meffre	Aix-En-Provence
Marie-Hélène Lallement	Bar-Le-Duc
Sylvie Giannerini	Cergy-Pontoise
Monique Taleb	Cergy-Pontoise
Claude Comiti	Grenoble

Plan:

I- Introduction.
II- A- Nos objets d'enseignement et leurs articulations
B- Conclusion.
III- Questions

I- INTRODUCTION :

La première séance du groupe de travail A2 nous a permis de faire un échange sur ce que nous enseignons dans les différentes formations (Deug 85,CI 85,FP1,FC,CAEI,FIS Deug) et sur les conditions dans lesquelles nous exerçons notre enseignement.Cela va de 2h régulières par semaine à 60h bloquées sur 5 semaines en passant par des modalités très variées.

Les concentrations de PEN (5 à 10) dans les grosses écoles normales n'ont pas permis de construire des interventions articulées entre elles avec une certaine cohérence au niveau de plus de deux formateurs.

Le recrutement des normaliens fournit avec peine des EI de niveau mathématique souvent faible,très inégal d'un EI à l'autre,d'une année à l'autre, d'une EN à l'autre.

Les plans de formation varient en horaire total d'une année à l'autre, d'un type de recrutement à l'autre. De nombreux normaliens sortant vont effectuer de 5 à 10 ans de remplacement après leur sortie de l'EN.

Devant cette diversité extrême des conditions d' enseignement, le groupe décide de centrer l'atelier sur:

-L'identification des différents objets que nous proposons;
-Le positionnement de ces objets les uns par rapport aux autres.

Il nous apparait de manière évidente :
- d'une part 2 pôles :
  - -l'un mathématique;
  - -l'autre de l'ordre de la pratique professionnelle;
- d'autre part la place de plus en plus grande de la didactique à travers ces deux pôles et son rôle dans le pont entre l'un et l'autre.

II-

II- A. Nos objets d'enseignement et leur articulation

Il est donc décidé d'examiner comment nous articulons nos objets d' enseignement les uns sur les autres , et comment nous gérons les changements de "casquettes": prof de math, prof de didactique, formateur à la pratique professionnelle.

L'animateur propose au groupe de faire cette étude à partir de documents; le seul document disponible étant un document de travail de Bordeaux (Voir Annexe du groupe A1), chronique d'un enseignement réalisé en FP1 à l'EN de Bordeaux, il va constituer le support de notre réflexion (1).

-Examen de la séance N° 1:

"Le compte est bon" est un jeu où l'on divise un groupe de normaliens en équipes de 6 joueurs, chaque joueur disposant de 10 cartons.

1ère Phase:

Le meneur de jeu (PEN)annonce un nombre (52 par ex) et dans une équipe, chacun des joueurs lève un carton (sur lequel il a écrit un nombre compris entre 0 et 9), sans communication avec les autres pour la 1ère partie. Si la somme des nombres écrits sur les cartons levés est 52, l'équipe a gagné, sinon elle a perdu. A la fin de la 1ère partie, les joueurs connaissent la règle du jeu.

2ème Phase:

C'est une alternance de phases de concertation avec des phases de jeu (un certain nombre de fois); une stratégie est progressivement élaborée par l'équipe. Quand les stratégies sont identifiables par l'équipe et identifiées , on s'arrête et on écrit ce qu' il faut faire pour jouer et gagner.

3ème Phase:

C'est une phase de formulation écrite des stratégies (Quelles stratégies permettent de gagner?), qui nécessite clarté et efficacité.

4ème Phase:

Chaque groupe essaie d'utiliser la stratégie reçue, fait un ou deux jeux pour l'éprouver et débat sur son efficacité .

Conclusion de l'examen dela séance N° 1:

A la fin de la 1ère séance, les stratégies non gagnantes sont éliminées. Le jeu semble susciter une bonne motivation des normaliens . Ceux-ci ne répondent pas au hasard mais avec la conception qu'ils ont des nombres. Cette situation, outre le plaisir que les normaliens ont de la vivre, va leur servir pour positionner un savoir par rapport à un problème.

C'est au titre de professeur de mathématiques que le PEN va assumer ce déroulement des phases, qui débouche sue un débat mathématique .

---

(1) Le groupe de Grenoble a rédigé bien plus en détail une suite de séances d'enseignement en FP dans le cadre des heures optionnelles d'un DEUG d'instituteur, mais les participants n'en disposaient pas.
Lors du prochain colloque, il sera sans doute possible de poursuivre ce travail à partir de documents plus variés.

- Examen de la séance N° 2 :

Dans cette séance,le PEN se sert du jeu précédent pour identifier des objets didactiques qu'il reprendra ensuite dans d'autres problèmes.

Nous avons identifié 2 objets d'enseignement:

1) faire dégager des stratégies gagnantes (se fait à la fin de la séance N° 1): il est assumé par le professeur de mathématiques (qui fait établir une preuve);

2)Le second est assumé par le prof de didactique . Il veut que les normaliens sachent ce que sont des situations d' action, formulation, validation . Il veut leur apprendre à bâtir ces différentes phases:

Le choix du déroulement de la 1ère séance a été fait pour illustrer une conception de l'apprentissage dont le PEN vise la connaissance (par le vécu) la reprise et l'identification de ce processus , la connaissance des conditions dans lesquelles il est pertinent, la garantie que l'on peut apporter sur ses effets dans ces conditions (reproductibilité), tout ceci va être assumé par le PEN à d'autres titres que celui de prof de math, même si dans ce type d'étude peuvent entrer aussi des mathématiques (théorie des jeux).

Le PEN peut assumer ceci à titre plus ou moins personnel, ou, ce qui est tout à fait différent, en référence à un corpus de travaux de didactique dont il a référence et qu'il cite. Par ailleurs, lorsque les PEN de math et de psychopédagogie collaborent devant les EI, la question peut se poser de déterminer la part que chacun d'eux peut prendre dans la justification de ce type de processus: n'enseigne-t-on pas en psychopédagogie l'intérêt du travail de groupe, de la communication? Si le PEN de psychopédagogie peut intervenir pour approfondir avec les EI l'intérêt pour les enfants et les conséquences affectives ou cognitives d'une telle organisation de déroulement, comment pourrait-il assumer le lien entre ce déroulement et l'élaboration effective de connaissances mathématiques bien précises en référence à son savoir .

- Examen des séances N° 3-4-5-6:

Elles sont assumées , comme la première au titre de professeur de Mathématiques. La discussion permet de faire remarquer que les activités mathématiques sont souvent l'occasion pour les PEN de travailler les différents types de rapports à l'erreur qui sont vécus dans le groupe d'EI. Ceci se fait avec l'intention de faire le lien avec le type de rapport à l'erreur qui est organisé par le maître dans le choix de ses activités et leur conduite.

- Examen de la séance N° 7:

Ce type de séance ne donne pas vraiment lieu à un travail de mathématiques. Il ne va pas pour autant donner lieu à un travail de didactique. Le groupe s'accorde sur le fait que ce qui va être assumé dans cette séance, va l'être essentiellement au titre de l'expérience professionnelle et du contrat administratif(IO). D'ailleurs, ce type de séance est souvent un moment de collaboration avec un IDEN ou un CPEN, voire leur est délégué.

On peut penser par ailleurs, qu'au bout de six séances de travaux théoriques, la pression des normaliens va s'exercer pour obtenir des informations pratiques!

La comparaison avec le travail de Grenoble dont C. Comiti a rendu compte en assemblée pleinière permet de poser la question de la place et le type de travaux "pratiques" qu'il convient de faire avec les EI.

- Examen de la séance N° 8:

Analyser et comparer les démarches de Thévenet et Eiller est une vaste question;le groupe s'est demandé si les normaliens avaient été dotés de moyens pour la traiter. L'organisation, au préalable, d'une observation et d'une réalisation en classene les aurait sans doute pas mieux armés.

Le PEN voulait en fait pointer l'écart entre chacune des progressions sur la division et les démarches conseillées dans les IO. Si le groupe s'accorde pour situer la progression Thévenet dans une dynamique où la division n'est pas élaborée par les élèves mais systématiquement enseignée, il est plus difficile de se positionner sur Eiller. Peut-on dépasser le stade de l'opinion?

- Examen des séances N° 9-10:

Une discussion s'est établie dans le groupe en ce qui concerne la position du PEN dans la communication de "bonnes façons de faire" attestées par de "bons maîtres", et des avis très divergents ont été émis. On peut aussi soutenir qu'après un travail de comparaison critique de progressions sur documents écrits, la présentation d'un document très vivant filmé dans des classes a de bonnes chances d'être perçu par les normaliens comme une indication du bon choix à faire (modèle?); L'objectif du PEN est ici double (2) :

- La connaissance par les EI d'une progression d'enseignement de la division, construite à l'aide de concepts de didactique.
- Un travail spécifique sur la notion de variable didactique et particulièrement de saut informationnel.

- Séances 11 à 25:

Elles n'ont pas été commentées, faute de temps.

II- B. Conclusion:

A partir du document de Bordeaux, le groupe s'était fixé de pointer les objets d'enseignement et de situer les connaissances auxquelles ils se référaient.

Cet examen a permis un certain nombre d'échanges dont il ressort que des collègues de plus en plus nombreux introduisent dans leur enseignement des références à des objets ou à des études de didactique:

* Dans le cadre des activités spécifiquement mathématiques, pour enrichir:
  - leur connaissance des savoirs comme outils;
  - leurs conceptions du rôle de l'erreur;
  - leurs conceptions sur le rôle des formulations et des débats;
* Dans le cadre des travaux sur les pratiques professionnelles:
  - des outils d' **analyse** et de **conception** de séances d'enseignement et de processus;
  - des outils d' **observation**.

Il est évident que cette introduction d'objets didactiques a pour objet de rendre une certaine cohérence entre les deux pôles autour desquels l'on peut rassembler nos objets traditionnels d'enseignement: cette cohérence est celle de la transmission d'un savoir qui vient petit à petit prendre une part de la place occupée jadis par la référence au "bon maître", à la tradition, aux opinions personnelles des formateurs .

Nous sommes loin d'avoir évalué les apports et les limites de ce troisième pôle d'activités -**La Didactique**- , qui n'est pas toujours bien dégagé "du didactique" (discours sur l'enseignement des maths qui ne se réfère pas à un savoir identifié et contrôlable) .
La transposition dans l'enseignement en formation professionnelle des résultats de recherche en didactique reste à faire.

---

(2) Voir questionnaire: annexe du groupe A1.

III- Questions pour un prochain colloque:

- Quel poids accorder en durée aux notions mathématiques, aux travaux de didactique, aux pratiques professionnelles ?

Qu'est-il raisonnable de laisser de côté dans le cadre des 135h de formation ?

- Plus particulièrement, quelle place et quelles modalités pour les observations d'élèves et de classes, les interventions d'enseignement ?
- Quels moyens sont prévus pour la formation complémentaire sur les sujets non traités et considérés comme essentiels ?
- Quelle cohérence entre les objets d'enseignement et les modalités d'évaluation continue et terminale ? Cette question n'a pas fait l'objet d'échanges approfondis puisqu'elle était abordée dans le groupe B2 ...

Bibliographie :

IREM de Bordeaux : documents internes du groupe de formation des maîtres.
IFM de Grenoble : Formation des instituteurs et didactique des mathématiques (1987) .
Questions ICME 6 / T6 / communiquées par A. Rouchier .

---

(3) Le groupe de PEN de l'académie de Bordeaux compte poursuivre son travail de transposition en formation professionnelle des résultats des recherches en didactique (et particulièrement des concepts de didactique).
Les collègues intéressés par des échanges peuvent se faire connaître à l'IREM de Bordeaux .

GROUPE A3

PLACE DE LA DIDACTIQUE DANS LA FORMATION DES INSTITUTEURS DE L'ENSEIGNEMENT SPECIALISE

Animation : Marie-Hélène SALIN
Rapport : Marie-Hélène SALIN

Rapporteur : M.H. SALIN

Sur les 8 inscrits à ce groupe, nous n'étions que 4 participants dont 2 sans expérience encore de l'enseignement spécialisé. Les 2 autres collègues ayant une conception voisine de l'apport nécessaire de la didactique à la formation des maîtres spécialisés, nous avons décidé de constituer un petit dossier destiné aux collègues ne connissant pas ce type de formation, mais qui auront de plus en plus, en raison de la disparition progressive des centres académiques CRFMAIS, la responsabilité de la formation continue des instituteurs de l'AIS.

I) LE PERSONNEL CONCERNE - LES OBJECTIFS DE LA FORMATION EN MATHEMATIQUES

Les instituteurs formés dans les CRFMAIS se destinent en majorité aux structures spécialisées :

- Groupe d'Aide Psychopédagogique (GAPP). Il s'agit alors des rééducateurs en psychomotricité, des rééducateurs en psychopédagogie, qui jusqu'à la rentrée 88, ont déjà une expérience de maîtres CAEI et viennent faire une spécialisation supplémentaire. A partir de 88, il est prévu que les rééducateurs seront recrutés directement parmi le personnel des écoles et que l'option "rééducation" sera l'une des options du CAEI.

- Classes de perfectionnement, Classes d'adaptation (Option E) implantées dans les écoles

- Section d'éducation spécialisée (SES) implantées dans les collèges.

D'autres sections existent pour la préparation à l'enseignement des enfants handicapés sensoriels ou physiques ou avec des troubles psychologiques importants (sections A, B, C, D).

Les personnels préparés pour les 6 secteurs ont une expérience dans l'enseignement élémentaire ou maternel d'au moins 3 ans, certains d'entre eux ont déjà enseigné dans l'enseignement spécialisé.

D'autre part, les CRFMAIS assurent une partie de la formation continue des

.../...

personnels de l'AIS (qui peuvent participer aussi aux stages de l'école normale).

L'extrême hétérogénéité du public des CRFMAIS constitue à la fois une richesse et une source de difficultés pour les formateurs, en particulier pour ceux chargés de l'approche disciplinaire.

. richesse, car certaines personnes ont un passé pédagogique et de réflexion important et peuvent apporter beaucoup par leur expérience et leurs questions.

. difficultés car - les motivations pour entrer dans l'enseignement spécialisé sont très diverses, depuis la fuite devant l'activité d'enseignement à une classe, jusqu'à un intérêt sans faille pour les "paumés" du système scolaire en passant par le désir de gagner un peu plus, d'avoir un statut social amélioré, d'être plus dégagé des contraintes des programmes, de mieux comprendre les difficultés que l'on a vis-à-vis de certains enfants etc... Aussi les centres d'intérêt sont très diversifiés et il n'est pas évident de négocier un travail sur "la construction du nombre au CP" ou la préparation de séquences dans des classes.

- les compétences à propos de la pédagogie des mathématiques, de la compréhension de ses difficultés, sont extrêmement variables.

Le formateur peut s'appuyer, pour une partie des formés, sur leurs connaissances, en situation, des comportements des enfants, des difficultés et des conséquences des choix faits à un moment donné, mais il a aussi souvent à se confronter avec certains stagiaires, dont les certitudes sont quasi-inébranlables, qu'elles concernent

.un intérêt exclusif pour la qualité des rapports maître-élèves souvent lié à une représentation des activités cognitives comme inaptes à intéresser les enfants,

.le rôle du "vécu"

.la polarisation sur les problèmes psychologiques des enfants en difficulté scolaire

.ou l'attachement à des pratiques solidement ancrées.

En ce qui concerne plus précisément les mathématiques, une partie des formés en a une représentation négative, provenant, soit de leur passé d'élèves, soit de leur ennui à les enseigner jusqu'ici. Les programmes des sections E et rééducateurs font une place tout-à-fait honorable aux mathématiques (contrairement à ceux de la section F pour lesquels, presqu'aucun apport disciplinaire n'est prévu) et il est possible d'y faire une place importante à la didactique. La majorité des stagiaires, n'ayant reçu aucune formation de ce genre, parce que non passés par une école normale, ou à une époque déjà ancienne , sont sensibles à l'intérêt d'une approche nouvelle de l'enseignement des mathématiques, mais il faut, en 60 h environ, à la fois situer la problématique de l'acquisition par l'enfant des connaissances mathématiques et travailler sur la

.../...

construction d'apprentissage en fonction des difficultés propres aux enfants de l'enseignement spécial et des réponses institutionnelles qui y sont apportées. C'est-à-dire que le formateur doit faire des choix draconiens.
D.ORTOLLAND,dans l'annexe I (introduction et I)présente les siens.Il s'agit du compte rendu du travail effectué dans le cadre de la recherche "Individualisation de la formation - Rôle des média".

II) LES FORMES DU TRAVAIL.

Elles diffèrent fortement suivant les centres, on trouve 3 grandes catégories de travail :

- les cours,
- les T.P.,
- les séminaires.

* La possibilité d'utiliser des séances de TP suffisamment denses, est déterminante quant à la qualité du travail. Il s'agit le plus souvent de temps de préparation, d'exécution et d'analyse de séquences dans des classes spéciales, ou de travail, en rééducation, avec un petit groupe d'enfants - Ces T.P, pratiqués hebdomadairement sur une durée suffisante (1 trimestre au moins) permettent aux stagiaires de mettre en oeuvre les données du cours et de les approfondir. Ils sont essentiels pour un réinvestissement, sur le terrain, l'année suivante, de ce qui a été fait au centre.

* Les séminaires sont ouverts aux stagiaires qui désirent préparer leur mémoire de fin d'année sur l'enseignement des mathématiques. Ils ne concernent donc qu'un petit nombre d'entre eux, ce qui pose problème dans les petits centres.

Il y a, là, une formation par la recherche tout-à-fait enrichissante pour les stagiaires dont certains fournissent des travaux de qualité dont la diffusion n'est malheureusement pas possible.

III) DES EXEMPLES DE FONCTIONNEMENT ET DE CONTENU DE LA FORMATION :

. Les deux annexes 2 et 3 présentent les choix faits par les deux collègues du groupe.
Dans l'annexe I, D. ORTOLLAND développe le travail fait à LILLE
. Un travail didactique ponctuel est présenté par M.H. SALIN dans le compte rendu du groupe B_2 Evaluation.

.../...

IV) UNE BIBLIOGRAPHIE POUR LES STAGIAIRES.

Nous avons pensé utile d'insérer parmi les documents, la bibliographie proposée aux stagiaires par l'une d'entre nous.

I. OUVRAGES SUR L'ECHEC EN MATHEMATIQUES

* BIGARD Alain : "Mathématiques, échec et sélection" Ed. CEDIC.

Inventaire (un peu ancien) des résultats de travaux menés en France ou à l'étranger sur l'évaluation de l'enseignement des mathématiques; l'auteur formule un certain nombre d'hypothèses sur ce qui devrait changer dans cet enseignement, afin de diminuer le nombre d'échecs durables et par conséquent, son rôle sélectif.

* NIMIER J. : "Mathématiques et affectivité" Ed. STOCK

Ce livre, fort intéressant quant à l'incidence psychologique de l'apprentissage mathématique, montre plusieurs types d'attitudes face à l'échec.

* Mémoires pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie (IREM de BORDEAUX) 351, Cours de la Libération - 33405 TALENCE CEDEX

9 fascicules détaillant les recherches sur l'échec électif en mathématiques menées à l'IREM de BORDEAUX.

* BROUSSEAU G. : "Les échecs électifs en mathématiques dans l'enseignement élémentaire" Bulletin de Laryngologie - Otologie - Rhinologie n° 2-3-1980

Article résumant les travaux précédents.

II. DES PROPOSITIONS D'ACTIONS ET DES ANALYSES

* S. BARUK : "Fabrice ou l'école des mathématiques" (SEUIL)
* S. BARUK "L'âge du capitaine" SEUIL
* F. JAULIN-MANNONI "Le pourquoi en mathématiques" ed. E.S.F.
* Les mémoires des orthophonistes (IREM de BORDEAUX) consacrés à des monographies d'enfants.
* L. BRUNELLE : D. BARATAUD "De l'erreur à la réussite en maths" Ed. NATHAN
* En mathématiques peut mieux faire" Rencontres pédagogiques n° 12 (CRDP) 1986

III. ETUDES PSYCHOLOGIQUES

- Cl. MELJAC "Décrire, agir et compter" PUF

  L'enfant et le dénombrement spontané

- A. MARION - C. DESJARDIN - M. BREAUTE

  "Conditions expérimentales et développement intellectuel intellectuel de l'enfant de 5-6 ans dans le domaine numérique"

  dans "Pourquoi les échecs scolaires dans les premières années de la scolarité?" CRESAS - Recherches pédagogiques INRP 1974 n° 61

- A.M. PERRET-CLERMONT "La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale" Ed. Peter LANG BERNE

IV. OUVRAGES PORTANT SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHS A L'E.E. DESTINES AUX MAITRES

- IREM de BORDEAUX : - mat. G.S. - La multiplication - soustraction (en préparation)

  - C.P - La division

- ERMEL : "Apprentissages mathématiques à l'E.E." O.C.D.L.

issus de recherches INRP	CP 1 vol. CE 2 vol. CM 3 vol.	tous comportent, des informations mathématiques, pédagogiques et des descriptions d'activités intéressantes.

- APMEP • "Aides pédagogiques Ecrire APMEP 26, rue Duméril 75013 PARIS

  CP - CE - CM

Des analyses et des exemples d'activités, provenant des recherches menées dans les différents IREM.

- Mathématiques en grande section" G. DERAMEDOURT. Document disponible au C.D.D.P. de PERIGUEUX : Une série d'activités utilisables aussi bien en début de C.P.

- Une revue : N 3 n° par an, destinée aux enseignants du primaire avec des articles sur l'enseignement des mathématiques, des exemples de séquences, etc...

  CRDP de GRENOBLE
  11, avenue Général Champon
  38031 GRENOBLE CEDEX

BIBLIOGRAPHIES SPECIFIQUES

A propos des problèmes

-> Comptes rendus de recherches :

*"Comment font-ils ? l'écolier et le problème de maths"
Rencontres pédagogiques 1984 n° 4 (disp. aux CRDP-CDDP)

* Résoudre des problèmes - Psychologie française. Oct. 1984 tome 29 3/4 ed. A. COLIN
ch. II : la solution de problèmes à l'école.

-> Propositions de travail

* ERMEL : "Les apprentissages mathématiques" CE t. 1
OCDL CM t.1

* N : De nombreux articles sur le sujet ont paru

* Les manuels pour les élèves des collections (et les livrets pour les maîtres)
Objectif Calcul (HATIER)
Math. Hebdo (HACHETTE)

présentent des activités intéressantes, tenant compte des recherches ci-dessus.

A propos de jeux

*A l'école maternelle :

- L. CHAMPDAVOINE, ed. NATHAN "Les mathématiques par les jeux" : 2 tomes PS et MS/GS
- D. CHAUVEL-V.MICHEL "A la maternelle : des jeux avec des règles" RETZ

* Pour l'école élémentaire

- Ateliers mathématiques - IREM de BORDEAUX (quelques jeux et des exercices "originaux")
- "Jeux I" } Brochures éditées par l'APMEP 26, rud Dumeril 75013 PARIS
  "Jeux II" }
- tout livre sur les jeux de société, à usage non didactique
- "Jeux du monde" édité par l'UNICEF ed. LIED GENEVE
- F. BOULE ed. CEDIC "Mathématiques et jeux".

Danielle ORTOLLAND
P.E.N. Mathématiques
Ecole Normale Mixte
Rue de Londres
LILLE

Annexe 1

Lille, Avril 1985

Réf : Recherche 074.82.87
dite "Individualisation"
(Fonctions pédagogiques des média)

Premier compte-rendu de travail

INTRODUCTION

La question initiale qui a motivé ce travail est la suivante: quelles pratiques mettre en oeuvre dans la formation des instituteurs spécialisés (initialement options D.I. et R.P.P.) pour que les stagiaires fortunés

1) a) aient spontanément recours à des documents didactiques pertinents pour leur préparation de classe

1) b) sachent les utiliser et les adapter aux élèves de leur classe après un diagnostic de ces dernière, ceci dans une démarche didactique intéressante et individualisante, les classes spécialisées étant en général très hétérogènes.

2)-Pour que pendant la formation les stagiaires aient eux-mêmes une pratique mathématique.

Pour tenter de répondre à cette question, nous serons donc amenés:

I) à préciser dans une première partie

a) ce que nous entendons par démarche didactique intéressante

b) ce qui en découle comme conditions nécessaires à la mise en place d'une individualisation dans les classes

c) ce que peuvent être ces documents didactiques pertinents. Sous quelles formes peut-on actuellement en trouver?

II) à exposer dans une seconde partie le travail qui en a découlé au niveau de la formation des maîtres:

a) quelles conséquences au niveau de la formation des maîtres, quelles hypothèses de travail

b) les moyens mis en oeuvre, la procédure de validation

III) enfin à analyser les résultats obtenus.

I- Les données de départ sur lesquelles s'appuie ce travail

I.a. Quelle démarche didactique pour les élèves?

Nous nous plaçons en particulier dans une démarche de construction du savoir par l'élève, et nous rappelons un certain nombre de conceptions de l'apprentissage qui sont développées dans les travaux en didactique des mathématiques, et notamment dans la théorie des situations didactiques.

Cette tendance "se caractérise par le souci d'obtenir de l'élève la construction de la connaissance selon une démarche qui lui est propre.

Le maître est alors centré sur la mise en place d'une suite de situations où l'élève peut acquérir progressivement de nouvelles notions à partir de connaissances antérieures et plus primitives...

Le maître est ici conduit, non à organiser essentiellement le contenu, mais en tenant compte de ce dernier, et à partir d'analyses psychologiques, et génétiques, à organiser l'activité du sujet, à observer dans cette activité les modèles mobilisés par l'élève et ainsi à proposer d'autres activités pertinentes quant à l'évolution souhaitée".

Math C.P. IREM de Bordeaux

Un travail important pour le maître consiste donc à choisir adroitement des situations- problèmes pour l'élève.

Ces situations seront "d'autant plus favorables à l'évolution de l'élève que celui-ci

1. Y perçoit un problème à résoudre, une difficulté qu'il a envie de surmonter

2. Peut engager des connaissances antérieures, les soumettre à révisions, les modifier, les compléter ou les rejeter pour construire des conceptions nouvelles..."

Ces situations seront appelées situations didactiques.

Précisons que dans une situation didactique, il existe des objets sur lesquels on peut agir, ils sont appelés variables didactiques de la situation.

Prenons un exemple:

UTILISATION DU GEOPLAN

SITUATION A PROPOSER AUX ELEVES

Il s'agit d'une situation de reproduction d'une figure géométrique.

A (le maître ou un élève) demande à B (un ou plusieurs élèves) de reproduire une figure géométrique.

F_A est la figure proposée par A

F_B est la figure réalisée par B

La situation dépend en particulier des variables suivantes:

- support F_A et F_B peuvent être chacune
  soit sur le géoplan
  sur papier pointé
  sur papier blanc (on notera ici un accroissement notable de difficulté, on dit que la variable fait un saut)
- échelle: F_A et F_B sont à même échelle ou non
- nature de la forme polygonale FA
- place de F_A par rapport au géoplan (en particulier, ses côtés sont-ils parallèles aux bords du géoplan?)
- transformation éventuelle entre F_A et F_B
  par exemple, on demande de reproduire F_A après une symétrie, une rotation, etc...

Nous voyons donc que dans une situation didactique donnée (en mathématiques) ,il est possible,en jouant sur les variables de la situation, d'adapter celle-ci à des niveaux d'élèves différents.

I.b. Conditions nécessaires à la mise en place d'une individualisation dans les classes.

De ce qui précède, il découle que l'apprentissage en mathématiques est nécessairement celui du sujet lui-même dans des activités de résolution de problèmes adroitement choisies et dans un processus laissant toute place aux interactions entre enfants.

En partant du constat de l'extrême hétérogénéité des classes spécialisées, nous en déduisons qu'il est nécessaire pour le maître:

- de faire un diagnostic des capacités des élèves d'une part,
- et une analyse des variables des variables des situations d'autre part,

ceci afin de pouvoir proposer aux élèves des situations didactiques adaptées et en particulier dans une démarche individualisante.

I.c. Posons-nous maintenant la question des documents didactiques pertinents, ceux où les maîtres seront amenés à trouver un choix de situations didactiques à proposer à leurs élèves.

Quelles sont les différentes sources de ces documents? Nous distinguerons essentiellement:

- Les productions écrites pouvant émaner
  - de l'édition privée : manuels ou ouvrages de pédagogie
  - d'organismes de l'éducation nationale :
    - Ministère de l'Education Nationale
    - INRP
    - IREM notons cette importante source de documents spécifique à notre discipline et très décentralisée (chaque Irem dispose de ses propres brochures)
    - CRDP et CDDP
  - les revues, et parmi elles celles qui se spécialisent dans les mathématiques (par exemple: Recherches en didactique des mathématiques, Grand N , Petit x)
  - les bulletins des associations , en particulier celui de l'APMEP
- Les films et productions vidéo dont les Ateliers de pédagogie et les productions vidéo des Ecoles Normales,en particulier par l'intermédiaire de la coopérative d'échanges Réseau.

II- <u>Mise en place d'un travail au niveau de la formation des maîtres</u>

II.a. Conséquences de ce qui précède au niveau de la formation des maîtres. Hypothèse de travail.

Il apparait donc nécessaire:

II.a.I. de travailler avec les stagiaires sur la documentation pédagogique afin de mieux connaître toutes les sources de documentation existantes et de savoir utiliser ces sources de documentation dans leurs préparations de classe

II.a.II. de travailler sur l'individualisation au niveau des enfants, en particulier

- au niveau du diagnostic des enfants
- puis de la recherche, la mise au point et la réalisation de situations d'apprentissage appropriées en particulier en fixant les variables de ces situations de telle sorte qu'elles soient adaptées aux enfants

Notre hypothèse de travail sera la suivante:

H : Le travail avec les stagiaires sur les variables des situations didactiques doit permettre une meilleure individualisation dans les classes.

Nous décomposerons cette hypothèse H en deux sous-hypothèses H_1 et H_2, H_1 concernant un travail au niveau de la préparation, et H_2 l'application sur le terrain.

H_1 : Le travail sur les variables des situations didactiques doit permettre aux stagiaires de savoir prévoir l'adaptation d'une situation à des niveaux différents d'élèves.

H_2 : L'application en classe du travail précédent doit permettre un meilleure individualisation.

Il apparaît immédiatement que les hypothèses H et H_2 ne pourront être validées que lors d'un travail dans le cadre d'un suivi des stagiaires après leur année de formation au Centre CAEI. Ce suivi n'ayant pas été possible cette année, nous nous limiterons donc dans un premier temps à la validation de l'hypothèse H_1 qui, elle, ne fait intervenir que la formation théorique au Centre CAEI.

II.b. Les moyens mis en oeuvre en 1984/85 ont été les suivants:

II.b.I. pour le point II.a.I., réalisation de dossiers par petits groupes, en partie autodocumentaires, avec retour vers le grand groupe en fin de travail (tous les dossiers doivent être lus par tous en fin de parcours). On trouvera en annexe une fiche donnant les consignes relatives à ce dossier.

II.b.II. pour le point II.a.II. ,

- liaison entre le cours et des Travaux pratiques en vidéo-formation, ces T.P. étant par nature individualisants pour les stagiaires. Ils ont été réalisés en cointervention avec deux collègues: un professeur de psychopédagogie et un psychologue. Le contenu de ces T.P. est centré sur l'individualisation au niveau des enfants (diagnostic des enfants puis recherche et réalisation de situations d'apprentissage appropriées).

- au niveau du cours de mathématiques, un travail sur les variables des situations didactiques a été réalisé à propos de diverses situations:citons en particulier:

- La situation de reproduction de formes géométriques sur géoplan qui a été présentée plus haut. Elle a été réalisée en T.P. Les consignes pour les stagiaires figurent en annexe.

- Une généralisation aux activités relatives aux formes géométriques a été proposée (voir fiche en annexe)

- Une étude des variables pouvant intervenir dans les premières situations numériques à proposer aux enfants de GS/CP (voir bulletin APMEP n°345 Sept. 84 "approche du nombre en maternelle et au C.P.")

- Une situation sur l'ordre et la numération: "Qui a le plus grand nombre?" (voir fiche en annexe)

- La démarche et les situations proposées dans un film vidéo réseau:"La classe multiniveaux"produit par l'Ecole Normale du Morbihan

Procédure de validation de l'hypothèse H_{I_0} :

La mise en place de la procédure suivante est prévue pour 1985/86 :

I) Prévision individuelle en début d'année d'une situation problème qu'on pourrait adapter à des niveaux différents. Le contenu mathématique est au choix des stagiaires et ils peuvent consulter tout document écrit, vidéo ou informatique). On demande d'énoncer cette situation,
de préciser les différentes adaptations prévues
et de les hiérarchiser selon différents niveaux d'élèves.

II) Reprise de cette situation en fin d'année avec le document initial. Apporter les modifications jugées nécessaires. Les conditions de consultation de documents sont les mêmes.

La comparaison entre les productions I et II devrait permettre de voir si le travail effectué pendant l'année permet aux stagiaires de savoir mieux prévoir l'adaptation d'une activité à des niveaux différents d'élèves, ceci en ayant éventuellement recours à des documents didactiques.

Comment pourra-t-on traiter l'information ainsi recueillie? Nous envisagerons les points suivants:

I) Les situations sont-elles de vraies situations- problèmes? Voir l'évolution entre I et II.

2) Considérer les nombres n d'adaptations prévues
N d'adaptations jugées correctes et différentes
dans les deux cas I et II.
Noter l'évolution.

3) Y a-t-il évaluation correcte des difficultés (bonne hiérarchisation des situations) ?

4) Dans une progression, comment fait-on intervenir les différentes variables?

III- Les résultats obtenus en 1984/85

La mise au point de ce travail ayant été réalisée en 84/85, seule une évaluation partielle a été possible cette année. Elle a porté sur la situation "Qui a le plus grand nombre?" Les stagiaires avaient à indiquer individuellement et par écrit les variables qu'ils voyaient apparaître dans cette situation. Elle a eu lieu en Janvier 85.

Les variables qui sont apparues sont les suivantes, avec leurs fréquences:

nombre d'élèves composant A et B : I
taille des nombres : IO
écart entre les nombres : 1
quelles interdictions (dans les questions et les réponses) : I4
quelle intervention du maître : I
quel arbitrage entre les enfants : 2
nombre de parties : I
type d'écriture des nombres : 2
messages écrits ou oraux : 2
donner des renseignements au préalable sur les nombres : 1
donner des nombres ayant des points communs : I

Tableau de fréquence des couples (n,N):

N \ n	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1		2					
2		4	1	1				
3			1	1				
4				1	1			
5								
6								
7								1
8								

Notons que la plus grande source d'erreurs consiste en une confusion entre variable de la situation et procédure de résolution par les élèves.

ANNEXE :

I. Dossier maths

II. Utilisation du géoplan

III. Activités relatives aux formes géométriques

IV. Qui a le plus grand nombre ?

I. Dossier maths

Le dossier doit comprendre :

1. une présentation précise du thème traité
2. une bibliographie commentée

   (sélection de quelques documents intéressants présentés brièvement. Dire en quoi ils sont intéressants. Quelles critiques peut-on en faire)
3. un recensement d'activités variées sur le thème choisi à proposer à des enfants.

pour chaque activité, présenter l'objectif visé, le niveau des élèves.
Quelles variables permettent une adaptation de l'activité à des niveaux différents ?
Une analyse de la tâche proposée serait intéressante.
Ces activités sont à replacer dans le contexte général des objectifs d'apprentissage en math (cf. I.0)

4. une situation-problème à proposer aux autres collègues.

Critères d'évaluation (proposition)

sur la forme et sur l'ensemble	présentation claire énoncés concis, non ambigus, compréhensibles par d'autres ensembles cohérents

sur chaque point

1. présentation claire du cadre du travail (clarté). Justification brève de l'intérêt de ce thème
2. tri des éléments les plus pertinents de la bibliographie. Justification du tri
3. - variété des activités
   - activités en rapport avec les objectifs énoncés
   - activités présentant de vraies situations problèmes pour les enfants
   - analyse des variables intervenant dans l'activité
   - prévoir comment un élève peut s'y prendre pour résoudre le problème (analyse de la tâche en fonction du niveau de l'élève)
4. Situation problème qui mette les autres dans une situation de recherche en maths.

II. UTILISATION DU GEOPLAN

1. Situation à proposer aux élèves

Il s'agit d'une situation de reproduction d'une figure géométrique. A (le maître ou un élève) demande à B (un ou plusieurs élèves) de reproduire une figure géométrique.

F_A est la figure proposée par A

F_B la figure réalisée par B

La situation dépend en particulier des variables suivantes :

- support F_A et F_B peuvent être chacune
  - soit sur le géoplan
    sur un papier pointé
    sur papier blanc (on notera ici un accroissement notable de difficulté, on dit que la variable fait un saut)
- échelle F_A et F_B sont à même échelle ou non
- nature de la figure polygonale F_A
- transformation éventuelle entre F_A et F_B par exemple, on demande de reproduire F_A après une symétrie, une rotation, etc...

L'objectif pour les élèves est donc de savoir reproduire une figure géométrique.

2. Objectifs pour les stagiaires

Savoir fixer les variables d'une situation didactique de telle sorte qu'elle soit adaptée à chaque enfant (ni trop facile, ni trop difficile) et en étant particulièrement attentif aux sauts de ces variables.

Savoir diagnostiquer les connaissances d'un enfant (y compris leurs limites)

Faire la différence entre l'évaluation

- du produit fini (F_B)
- des procédures mises en oeuvre au cours de la réalisation de la tâche (par exemple repérage méthodique des élèves)
- de la rétroaction mise en oeuvre par l'enfant lors de son auto-évaluation (dans la comparaison entre F_B et F_A) (par exemple, il compte les clous à l'intérieur de la figure)

- Essayer de repérer quel sens l'enfant donne à la situation qui lui est proposée

C'est-à-dire quel est le contrat didactique ?

(le contrat didactique est l'ensemble des comportements du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître).

Dans cette séance on pourra repérer lors de l'analyse les situations :

- d'action
- de formultaion
- de validation
- d'institutionnalisation (situation par laquelle on fixe explicitetment le statut d'une nouvelle connaissance)

III. ACTIVITES RELATIVES AUX FORMES GEOMETRIQUES

Différentes variables pouvant intervenir dans les activités proposées aux élèves :

- Nature et forme (ligne ouverte/fermée...
  ligne droite/courbe...
  carré, rectangle, cercle...)

- Eléments perceptifs extérieurs (place de cette forme/éléments extérieurs : bord d'une table
  côtés// bords d'un quadrillage
  placé horizontalement, etc...)

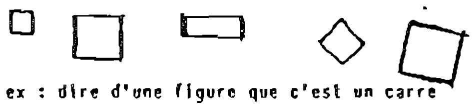
- Conditions précises de l'activité
  - modèle présent ou absent
  - changement d'échelle
  - changement d'orientation
  - changement de support

- Nature de l'activité proposée
  - reconnaissance (reconnaître si deux objets sont pareils)
  - reproduction (réaliser une copie conforme)
  - description (communiquer des formulations de nature géométrique permettant d'identifier l'objet, de le reproduire, de le représenter)
  - Représentation (description à l'aide de procédés conventionnels, oraux, écrits ou graphiques)

- Construction (on part d'une description ou d'une représentation et non de l'objet lui-même)

Le travail sur propriétés des formes géométriques peut se faire à chacun des 3 niveaux suivants :

- de l'action ex : reconnaître un intrus parmi les formes :



- de la formulation ex : dire d'une figure que c'est un carre
- de la validation : justifier l'affirmation précédente

IV. QUI A LE PLUS GRAND NOMBRE ?

La maîtresse a choisi deux nombres n_1 et n_2 différents. Elle a écrit chacun d'eux sur un carton.

A reçoit le carton sur lequel est écrit n_1 ; B, le carton sur lequel est écrit n_2. A et B ignorent le nombre de l'autre mais savent que n_1 est différent de n_2.

A et B jouent l'un contre l'autre.
Le jeu consiste à trouver, le plus vite possible, qui a le plus grand nombre. Il est interdit de demander à l'autre quel est son nombre.

A et B disposent chacun d'une feuille de messages : A écrit une question à B et B une question à A. L'échange des messages a lieu simultanément, de même pour l'échange des réponses qui s'en suit.

Après réception et examen de la réponse, A et B posent, si nécessaire, une nouvelle question, ainsi de suite jusquà ce que l'on d'eux affirme savoir qui a le plus grand nombre.

Ce dernier doit alors expliquer par écrit les raisons de sa conviction. L'adversaire recevant le message précise s'il est d'accord ou pas et dans ce dernier cas, écrit les raisons de son désaccord.

Après accord, A et B se réunissent avec leurs feuilles de messages et confrontent leurs points de vue sous l'arbitrage de la maîtresse.

La partie se termine par la prise de connaissance des deux nombres;A et B jouent n parties.

cf. Recherches en didactique des mathématiques Vol. 6/2.3 Article de A. BESSOT ET C. COMITI

Danièle ORTOLANO
CENTRE CAEI LILLE
Année 1986-1987

ANNEXE 2

Temps de formation

. Option E (16 stagiaires par section)

- cours 1,75 h/semaine (2 h un semestre, 1 h 30 l'autre semestre)
- T.P. 6 h pendant un trimestre

(je n'ai pas systématiquement un T.P par section)

Les T.P. se font en liaison avec les cours

3 heures sont consacrées à la préparation, analyse de séquences

3 heures sont consacrées à la réalisation de séquences en classe.

. Option E'-D' (éducateurs en internat)

cours 1 h/semaine

. un "séminaire" au choix pour préparer le mémoire (cette année 7 séminaires dont un de maths)

Compétences prioritaires en option E

- Savoir diagnostiquer les capacités des élèves/l'apprentissage d'une notion (trop souvent les stagiaires entrant ne voient que leurs manques)

- Savoir analyser les situations-problèmes (étude des différentes procédures de résolution et des variables didactiques)

- Savoir proposer aux élèves des situations adaptées

/leurs connaissances

/l'apprentissage visé

- Savoir organiser la classe avec des élèves de niveaux différents

(difficile à atteindre)

Activités proposées

. Importance des T.P (préparation, analyse...)

. Confection de dossiers sur thèmes avec recherche bibliographique

. Savoir rédiger un sujet de type examen (une ou deux séances)

Concepts didactiques présentés

. la construction des connaissances, l'apprentissage en mathématiques

. les situations d'action, formulation, validation, institutionnalisation

. les variables didactiques

Thèmes prioritaires

. Le nombre et la numération

. Situations additives

. Soustraction

. Géométrie (thèmes variant d'une année à l'autre)

. Mesure

. Utilisation de jeux

Bibliograhpie

. Ermel

. IREM Bordeaux CP

puis bibliographie selon le thème traité

Remarque : prendant trois ans, j'ai proposé un séminaire didactique des mathématiques : construction, réalisation, analyse de situations d'apprentissage en mathématiques.

Marie-Hélène SALIN
CFMAIS BORDEAUX

ANNEXE 3

Formation des R.P.P. et des E. (les R.P.M n'ont pas de maths.)

. Durée d'intervention

E : 60 H
R.P.P : 50 H — en cours avec moi

- De plus les E ont 1/2 journée de T.P. en perf. au cours de laquelle certains font des leçons de maths. Pour tous, deux leçons ont été exigées.

- Les R.P.P. ont chaque semaine une séance de rééducation d'un petit groupe de C.P, avec la formatrice R.P.P. Nous travaillons ensemble, je participe à certaines séances.

. Connaissances, compétences, visées par la formation :

. Représentation positive de l'activité mathématique. Sa spécificité et ses difficultés
. Connaissance des théories qui sous-tendent les diverses formes d'enseignement des mathématiques à l'E.P.

Compréhension des fondements et du fonctionnement des situations d'apprentissage par "adaptation"

. Capacité à analyser les difficultés d'un enfant au plan cognitif et dans ses rapports avec l'activité mathématique, et à construire des situations d'apprentissage adéquates.

.Types d'activités proposées

- Mise en situation de recherche au cours de situations construites pour les stagiaires, faisant fonctionner les concepts didactiques rencontrés ultérieurement - Analyse de ces situations.

- Alternance de temps de réflexion individuelle ou par groupe, et d'exposés (par moi) sur différents sujets

- Construction ou prise de connaissance, expérimentation et analyse de situations de tests et de situations d'apprentissage

- Pour les R.P.P., exposés à partirde livres, sur les pratiques de rééducation, différentes de celles pratiquées en T.P.

. Thèmes mathématiques abordés prioritairement :

- La construction du nombre (GS - CP - CE 1)
- en fonction du temps, les problèmes, la mesure

. Concepts didactiques présentés

(je n'introduis pas toujours la dénomination)
- les fonctions du savoir - obstacles - situation didactique - situation adidactique - variables didactiques - situation fondamentale - contrat didactique - sens d'une connaissance - typologie des situations didactiques dans un enseignement par adaptation.

. Quelques éléments sur les résultats apparents de ce travail

- Changement important, chez les stagiaires dans leur intérêt pour les mathématiques et leur enseignement

- Mais je mesure très mal les effets de la déstabilisation produite. Si, durant le stage, on peut mesurer à peu près comment les stagiaires utilisent les outils proposés, sur le terrain (chez les E par exemple, que j'ai suivis plusieurs années) les difficultés d'application sont multiples.

Groupe A4

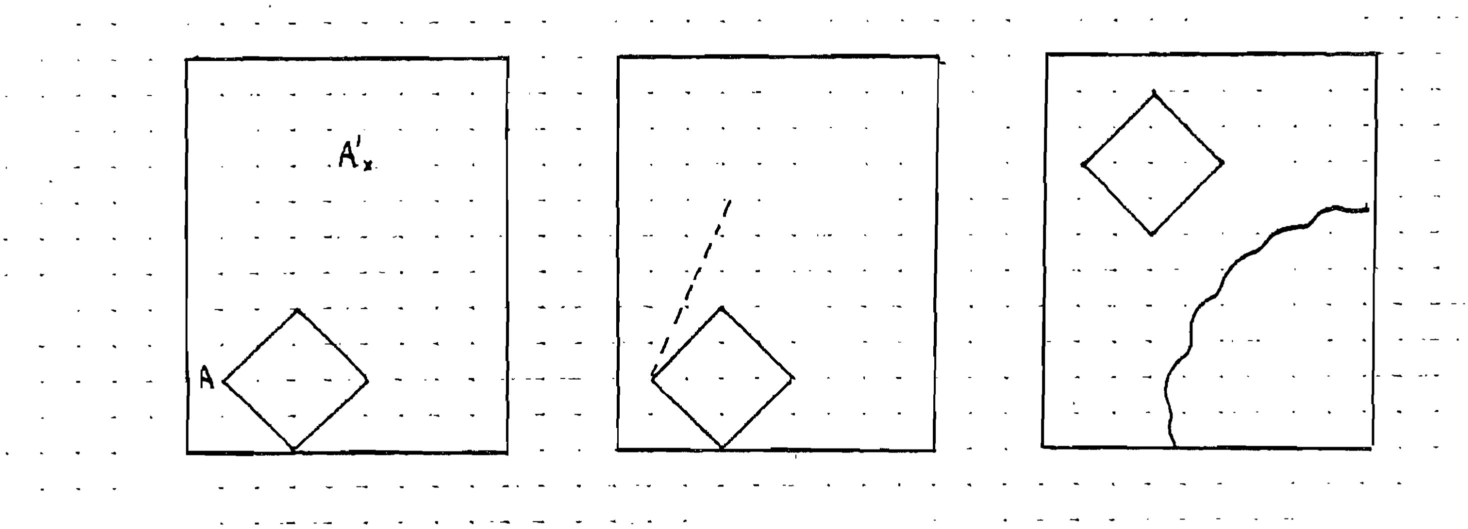
GEOMETRIE

Animation : Michel BLANC
Rapport : Yves-Pierre JAY - Michel BLANC

Le groupe a centré son activité sur un essai d'élucidation de ce que sont des variables didactiques en géométrie.

Exemple 1 (proposé par Th. Bautier)

Un carré, dont les côtés ne sont pas parallèles aux bords de la feuille, est dessiné sur une feuille quadrillée. Il s'agit de le reproduire à un autre endroit de la même feuille.



Différentes variables didactiques peuvent être dégagées :

a) la forme du support de l'activité :

Si la feuille est rectangulaire, les procédures mises en oeuvre pour la résolution du problème sont du type détermination de repères (repères absolus par rapport à la feuille).

Si la feuille a des bords découpés de façon irrégulière, alors les procédures utilisées relèvent de la triangulation (repère relatif aux points donnés).

b) la nature du support :

Le fait que la feuille soit ou non quadrillée conduit à des procédures de natures différentes.

c) une autre variable didactique est la nature du contrat didactique : le maître donne-t-il la possibilité de tracés supplémentaires ou non ?

On peut remarquer (voir les trois figures précédentes) que par différents éléments (points, segments...) placés par le maître sur la feuille, le maître peut induire telle ou telle résolution du problème, notamment en limitant, implicitement, le nombre de chemins joignant deux points (A et A' par exemple) de la feuille. Ce nombre de chemins est aussi une variable didactique.

Cet exemple permet d'avancer prudemment une définition de variable didactique : "élément à la disposition de l'enseignant dont la présence dans une situation d'apprentissage agit sur le comportement de l'apprenant.

Cet exemple met aussi en évidence qu'il existe au moins deux sortes de variables didactiques :

- les variables propres à la situation d'apprentissage,
- les variables relevant de la nature du contrat didactique.

Bien d'autres variables didactiques peuvent être exhibées de cet exemple : la disposition du carré à reproduire sur la feuille (le carré est en bas à gauche ou en haut à gauche ou...), la figure géométrique à reproduire (triangle, trapèze,...) etc.

Exemple 2 (proposé par G. Brousseau)

- Un exemple dans le méso-espace de l'apprenant.

(Méso-espace : espace limité dans lequel l'individu peut se déplacer et dont les limites lui sont visibles).

2 drapeaux situés sur une pelouse.

Problème à résoudre : trouver la distance entre les deux drapeaux sans pouvoir marcher sur la pelouse pour prendre des mesures.

Une procédure de résolution consiste à faire un dessin à l'échelle de la situation, en prenant des repères hors-pelouse.

Elle est induite par le fait qu'une mesure directe est impossible. Cette impossibilité est une détermination d'une variable didactique de la situation÷

Exemple 3

- Deux exemples dans le micro-espace de l'apprenant.
(Micro-espace : espace limité extérieur à l'apprenant et que ce dernier domine : une feuille de papier, un écran d'ordinateur...)

1) Chaque apprenant dispose de 5 cubes identiques.

Problème : réaliser un assemblage de ces 5 cubes, puis envoyer un message pour qu'un autre apprenant puisse réaliser le même assemblage.

Les variables didactiques d'une telle situation :

- la nature des assemblages autorisés,
- ce qui permet l'assemblage (colle, scotch, élastiques...),
- la connaissance ou l'ignorance a priori de la deuxième partie du travail à faire (envoyer un message pour...),
- la nature du message : des phrases, des dessins, un mélange des deux...),
- est-il possible de contacter l'émetteur du méssage ou non ?

2) Le trou dans la nappe :

Le plan d'une ville est dessiné, l'apprenant déplace sur le plan une nappe percée d'un trou qui ne lui permet qu'une vision très réduite du plan.

Problème : coder sur une feuille annexe le déplacement de l'école à la boulangerie (d'après le plan).

Elèves-maîtres, didactique et géométrie

Les quelques situations données plus haut sont réinvestissables avec des enfants de CM et elles peuvent aussi être proposées aux élèves-maîtres en Formation Initiale -voire même aux instituteurs en Formation Continue.

En effet, un point important de la formation initiale est de faire prendre conscience aux futurs instituteurs que la conception de l'space est différente d'un individu à l'autre, ou tout au moins d'un adulte à un enfant. (Conception : champ de problèmes que l'apprenant peut résoudre de la même manière, qu'il perçoit comme semblables, alors que pour le mathématicien, il est évident qu'il s'agit de la même notion mathématique).

Une façon de procéder est de dérouter le normalien en lui proposant des situations telles que les précédentes et de lui faire toucher du doigt et de "l'intellect" le caractère relatif des connaissances mobilisées dans la résolution du problème posé par une activité. Mais attention au problème de la transposition didactique : le problème rencontré par le normalien peut être totalement différent de celui rencontré par l'enfant.

Un cours de géométrie n'est pas l'idéal pour structurer son espace, mais une suite d'activités n'est pas satisfaisante non plus. Il faut résoudre un certain nombre de problèmes de conception de l'espace au sein d'un discours englobant.

BIBLIOGRAPHIE
(non exhaustive)

PLOT Matériel POLYEDRES
IREM d'ORLEANS.

POLYEDRES
D. LUKENBEIM - QUEBEC.

REPRESENTATIONS DE L'ESPACE URBAIN
Gracia CALVEZ (en cours de traduction de l'espagnol) BORDEAUX.

TORTUE LOGO A L'ECOLE MATERNELLE
BORDEAUX.

L'ENSEIGNEMENT DE LA GEOMETRIE
Guy BROUSSEAU - Séminaire de Didactique de Grenoble.

COMPTE RENDU DU COLLOQUE DU GRECO
BORDEAUX (Mai 1987).

L'ENSEIGNEMENT DES DECIMAUX (nouvelle édition)
Guy BROUSSEAU - BORDEAUX.

LES ACTES DE LA 4è ECOLE D'ETE DE DIDACTIQUE
PARIS VII.

L'UNIVERS MATHEMATIQUE
P.J. DAVIS R. HERSH - GAUTHIER-VILLARS.

PREUVES ET REFUTATIONS
I. LAKATOS - HERMAN.

DESCRIPTION DES POLYCUBES
A. BESSOT - GRENOBLE.

GODEL ESCHER BACH
D. HOFSTADTER - INTEREDITIONS.

MATHEMATIQUES AU FIL DES AGES
IREM GROUPE EPISTEMOLOGIE ET HISTOIRE - GAUTHIER-VILARS.

GRAPHISME ET GEOMETRIE
M. FLEURY - PRESSES DE L'UNIVERSITE DU QUEBEC.

LE LIVRE DES PARADOXES
N. FALLETA - BELFOND

PSYCHOGENESE ET HISTOIRE DES SCIENCES
PIAGET et GARCIA - FLAMMARION.

GROUPE A5

MESURE

Animation : Marie-Jeanne PERRIN
Rapport : Marie-Jeanne PERRIN

Le thème du groupe était en principe "comment former les maîtres sur la mesure en y intégrant les apports de la didactique". Nous n'avons que peu abordé l'aspect formation des maîtres et nous nous sommes centrés sur le thème "mesure" lui-même. Notre travail peut se résumer en trois parties :

1. Qu'entend-on par l'enseignement de la mesure ?
2. Quels sont les travaux de didactique sur la question ? Eléments de bibliographie.
3. Quelles conséquences pour la formation des maîtres ?

I Qu'entend-on par l'enseignement de la mesure ?

L'enseignement de la mesure à l'école élémentaire nous semble comporter trois points :

- la construction des différentes grandeurs à mesurer
- les notions de mesure (au sens d'application mesure) et d'unité : associer un nombre aux différents objets à mesurer, en incluant éventuellement le problème de l'extension de l'ensemble des nombres qui sert à exprimer les mesures.
- le mesurage, les instruments de mesure, les unités légales et le problème des approximations dans les mesures.

Un inventaire des différentes grandeurs qu'on aborde à l'école élémentaire (longueur, aire, volume, masse, durée, angle, température, vitesse) fait apparaître des différences. Certaines de ces grandeurs relèvent traditionnellement du cours de mathématiques (longueur, aire, volume, angle) parce qu'elles donnent lieu à des constructions théoriques (notion de nombre réel en interaction avec celle de longueur) ou que leur mesure donne lieu à des problèmes théoriques de calcul (mesure des aires et des volumes avec des unités dérivées des unités de longueur). D'autres sont plutôt du domaine de la physique (masses, températures). La vitesse et la durée sont dans les deux domaines.

La plupart des grandeurs considérées sont mesurables (longueur, aire, volume, masse, vitesse, durée). D'autres ne sont que repérables (température, date) : il n'y a pas de valeur 0 privilégiée, les nombres utilisés pour repérer peuvent être négatifs et il n'y a pas d'addition. Pour les angles, le problème est encore différent puisqu'on ne peut pas toujours ajouter des angles (quand on définit l'angle à partir du secteur angulaire, on ne peut pas ajouter des angles dont la somme dépasse 360°) ; la correspondance avec les nombres n'est jamais aussi bonne que pour les autres grandeurs mesurables considérées : il y a plusieurs manières de définir les angles mais on ne peut jamais définir à la fois une addition et une relation d'ordre (voir "Les angles" brochure n° 32 IREM Paris VII par F. Colmez et N. Roussignol)

Parmi toutes les grandeurs, la longueur a une place particulière :

- elle a un rôle privilégié dans la construction des nombres
- elle joue un rôle important dans la représentation des autres grandeurs : dans les représentations graphiques, les mesures de toutes les autres grandeurs sont représentées par des segments de droite. Or une étude non publiée de Vergnaud et al. montre que la représentation de mesures par des segments emboîtés ne va pas de soi pour les élèves, même en 6ème ou 5ème.

A l'école élémentaire, l'enseignement de la mesure se réduit encore souvent au troisième volet (mesurage, instruments de mesure, unités usuelles) bien que les premiers et deuxième apparaissent de plus en plus nettement dans les programmes. Or l'objectif de l'enseignement est tout autant la construction des concepts de longueur, aire..., que leur mesure. Dans certains cas (volume par exemple), la construction du concept n'est pas achevée dans les premières années du collège (voir le travail de Vergnaud et al. paru dans le n° 4.1 de la revue *Recherche en didactique des mathématiques*). Ceci ne veut pas dire qu'il faut attendre que le concept soit élaboré pour aborder sa mesure, au contraire : l'élaboration de chaque grandeur se fait en interaction avec celle de sa mesure. Par ailleurs, même dans le cas des longueurs, la détermination de l'ensemble des objets à mesurer n'est pas si simple : ci-dessus, nous n'avons considéré comme objets que des segments, mais dès le cours élémentaire, on peut s'intéresser à la longueur de lignes courbes et même à celle d'un fil enroulé sur une bobine.

La mesure met en relation des objets et des nombres. C'est une situation propice à la mise en place de jeux de cadres (R. Douady, 1984, thèse, IREM Paris 7). A l'école primaire, on ne dispose pas des nombres réels. On ne peut donc pas rendre compte de toutes les mesures : on est dans une situation où on aura besoin d'étendre l'ensemble des nombres dont on dispose et de travailler avec des approximations.

Le mesurage est un problème physique, ainsi que celui de la précision de l'instrument de mesure. Mais la fabrication d'un instrument de mesure peut être un problème théorique en prise avec la construction de l'application mesure (par exemple construction d'une graduation pour mesurer les longueurs). Le problème pratique du mesurage interfère avec le problème théorique de la mesure : quelle erreur est acceptable, étant donnée la précision de l'instrument de mesure utilisé : quand va-t-on remettre en cause le modèle théorique, quand va-t-on décider que c'est une question de précision des mesures ? G. Brousseau donne un exemple de ce problème dans sa conférence. C'est aussi une question qui se pose quand les élèves ont à faire un choix de modèle dans un problème qui fait intervenir des mesures (par exemple agrandissement de puzzle : voir brochure de l'IREM de Bordeaux ou brochure n° 62 IREM Paris 7 ou brochure Aides pédagogiques CM : situations problèmes à paraître à l'APMEP).

En ce qui concerne l'approximation, elle relève à la fois d'un problème théorique : par exemple construction des décimaux comme ensemble de nombres permettent d'approcher toutes les mesures par le calcul, et d'un problème pratique : choix de l'instrument de mesure en fonction de la précision souhaitée, détermination de l'incertitude en fonction de l'instrument utilisé.

En résumé, la mesure fait intervenir trois pôles : celui des objets physiques à mesurer, celui des grandeurs qu'on peut considérer comme classes d'équivalence d'objets (même si la relation d'équivalence correspondante ne peut être correctement définie que si on dispose d'une application mesure) et celui des nombres. La mesure est une application de l'ensemble des objets dans les nombres ou de l'ensemble des grandeurs correspondantes dans les nombres.

Par exemple pour les longueurs, si $\mathcal{S}$ est l'ensemble des segments, $\mathcal{L}$ l'ensemble des longueurs, on a

$$\begin{tikzcd} \mathcal{S} \arrow[rr, "\mu"] \arrow[dr] & & \mathbb{R}^+ \\ & \mathcal{L} \arrow[ur, "\mu'"'] & \end{tikzcd}$$

Le mathématicien a plutôt l'habitude de ne considérer que les deux pôles objets et nombres et de ne pas faire intervenir la notion de grandeur, difficile à définir. Avec les élèves de l'école élémentaire, il nous semble indispensable d'avoir les trois pôles : pour donner du sens à la grandeur à mesurer et la dissocier de l'objet, on sera amené à décider que deux surfaces ont même aire ou que deux objets ont même masse avant de savoir mesurer l'aire ou la masse.

Sur la distinction entre objets, grandeurs et mesures on peut consulter la brochure de l'APMEP "Mots 6 : grandeur mesure". Pour un point théorique sur la mesure des grandeurs (longueurs, aires, volumes), on peut se reporter à "La mesure des grandeurs" de H. Lebesgue (réédité en 1975) ou à l'article "Intégration et mesure" de A. Revuz dans l'Encyclopedia Universalis.

II Les études didactiques

Elles portent essentiellement sur longueurs, aires, volumes. Les travaux sur les angles concernent plutôt l'enseignement secondaire.

a) longueur

Une étude de A. Bessot et M. Eberhard parue dans la revue *Recherches en didactique des mathématiques* n° 4.3 concerne l'acquisition dialectique des notions de repérage et de mesure par des élèves du CE1, en particulier le rôle d'une graduation régulière. Nous reproduisons ci-dessous le résumé qui est fait en tête de l'article cité.

RESUME

Cette étude porte sur les premiers apprentissages de la mesure des longueurs à l'école élémentaire. Elle se place dans le cadre des recherches sur les dépendances entre situations et conceptions ainsi que sur les conditions didactiques permettant l'évolution de ces conceptions.

Dans une première partie, nous précisons les rapports théoriques entre deux modèles de désignation des longueurs : le modèle de mesure et celui du repérage. Nous mettons en évidence une variable fondamentale des situations de désignation des longueurs dans le micro-espace, le type d'outil disponible (unité manipulable, échelles diverses) : le type d'outil détermine des domaines de fonctionnement des modèles.

Dans une deuxième partie, nous analysons un processus d'apprentissage réalisé dans ce contexte théorique, au niveau d'une classe de CE1 (élèves de 7-8 ans). L'objectif principal de cet apprentissage est de permettre aux élèves de différencier et mettre en relation les nombres-mesures et les nombres-repères dans des situations de désignation. Les conceptions des élèves se rattachant aux deux modèles sont repérées au cours du processus à l'aide du concept de théorème en acte.

La situation charnière du processus fait l'objet d'une étude plus détaillée : analyse a priori de la situation, éventail des procédures, gestion de la situation.

b) aires

Une étude de J. Rogalski parue dans *Recherches en didactique des mathématiques* n° 3.3 porte sur l'acquisition de la bidimensionalité des mesures spatiales. Nous reproduisons ci-dessous le résumé joint à l'article.

RESUME

Cette étude, conduite sur les élèves de CM_1, CM_2, 6ᵉ, 5ᵉ et 4ᵉ, concerne l'acquisition de la dimensionalité des mesures spatiales. Elle a mis en évidence les points suivants : un « modèle linéaire » approprié au traitement de la longueur fonctionne de façon relativement précoce ; mais les élèves rencontrent de très grands difficultés pour dépasser ce modèle (dérivé des schèmes additifs) et aller vers un traitement multidimensionnel approprié aux mesures de surface et de volume ; l'appropriation des concepts dimensionnels relatifs à la surface s'effectue lentement et de façon incomplète pour beaucoup d'élèves ; pour un nombre important d'enfants et d'adolescents le domaine de validité des acquis reste limité : la mesure ne peut pas être traitée comme une opération de mathématisation du réel mais demeure une propriété des figures auxquelles elle s'applique ; de plus une unité de mesure comme le cm^2 apparaît peu opérationnelle, véhiculant des propriétés de l'unité de mesure linéaire dont elle est composée. L'évolution des réponses suggère l'hypothèse suivante (que devra tester une analyse macroscopique de l'enseignement) : les situations proposées aux élèves au cours de l'enseignement s'appuient bien sur leurs acquis cognitifs ; mais elles utilisent peu les « points d'ancrage » existant pour la construction d'une connaissance plus élaborée, ni pour l'extension du domaine de validité de ces acquis.

Un travail de R. Douady et M.J. Perrin disponible à l'IREM de Paris VII (cahier de didactique des mathématiques n° 37) porte sur la construction d'un processus d'enseignement de la notion d'aire de surfaces planes au cours moyen. Les hypothèses de départ concernant le contenu sont les suivantes :

- pour définir une application mesure entre surfaces et nombres avec suffisamment de sens pour les élèves, il faut d'abord construire l'aire comme grandeur autonome en distinguant aire et surface aussi bien qu'aire et nombre
- une identification précoce entre grandeurs et nombres favorise l'amalgame des différentes grandeurs en jeu

Un processus d'apprentissage a été construit en se référant aux hypothèses didactiques explicitées par R. Douady dans sa thèse sous le nom de "dialectique outil-objet" et "jeux de cadres". Il a été réalisé dans deux classes : un CM1 et un CM2. L'analyse des productions des élèves en classe, au cours d'entretiens et à des épreuves écrites permet aux auteurs de dégager les acquis, les difficultés qui résistent et des difficultés non prévues qui les amènent à faire des hypothèses supplémentaires et à modifier les séquences.

c) volumes

Une étude de G. Vergnaud, G. Ricco, A. Rouchier, S. Desmoulières, C. Landré, P. Marthe, R. Samurçay, J. Rogalski et A. Viala parue dans la revue *Recherches en didactique des mathématiques* n° 4.1 porte sur l'apprentissage du volume chez des élèves de 11 à 15 ans. Nous reproduisons ci-dessous le résumé donné dans cette revue.

Toutes les études ci-après portent sur l'acquisition et la didactique du concept de volume au début de l'enseignement secondaire. Elles ont été conduites en complément les unes des autres, et se placent dans le cadre plus général de l'étude des « structures multiplicatives », à laquelle l'équipe s'est consacrée depuis plusieurs années. Le volume est une grandeur physique qui peut éventuellement être mesurée directement (cas des récipients) : elle supporte à ce titre des propriétés propres aux mesures unidimensionnelles. En même temps la mesure du volume peut être calculée par une combinaison d'informations sur des grandeurs d'une autre nature (longueurs et surfaces notamment) : cela met en œuvre, au-delà des formules (parallélépipède, prisme, pyramide, sphère...), une conception tridimensionnelle du volume.

L'introduction établit le cadre théorique et la méthodologie des études rapportées ensuite. Elle met notamment l'accent sur la nécessité d'une approche cognitiviste et génétique, qui soit rapportée à des contenus de connaissance spécifiques. Elle invoque généralement la nécessité de recourir à plusieurs méthodes complémentaires : entretiens, expériences planifiées, expériences didactiques, étude de manuels, etc...

La première recherche porte sur les conceptions et les compétences des élèves des quatre classes du cycle des collèges (11-15 ans), dans plusieurs types de problèmes : calcul d'un volume — recherche du rapport de deux volumes dont les mesures linéaires sont dans un rapport connu — calcul d'une mesure élémentaire. Les procédures sont analysées dans le détail, ainsi que les formulations utilisées par les élèves pour exliquer ce qu'est le volume. Cette recherche met en évidence les difficultés durables auxquelles se heurtent les élèves jusqu'à la fin du cycle des collèges (15 ans), ainsi que les principaux types d'erreur observés et les formulations évolutives employées.

La seconde recherche porte sur la construction d'une suite de situations didactiques destinée à des élèves de cinquième (12-13 ans) et sur l'observation des effets produits en classe. Une dizaine de séances de travail d'une heure, le commentaire qui en est fait, les observations qui résultent de l'expérimentation, sont rapportées d'une manière synthétique. Des protocoles sont cités pour montrer les difficultés inhérentes à la comparaison des volumes « pleins », et à l'évaluation de leur mesure par des moyens indirects.

De même le pavage du parallélépipède rectangle fait surgir un incident critique (cube du coin), qui traduit la contradiction entre les conceptions unidimensionnelle et tridimensionnelle du volume. Certaines situations sont destinées à consolider la conception unidimensionnelle du volume et à analyser certaines propriétés, qui découlent de cette conception ; d'autres situations visent au contraire à mettre en défaut cette conception, afin de l'enrichir par la prise en considération des propriétés liées à la trilinéarité. Parmi les propositions didactiques expérimentées, figure l'utilisation d'un tableau de double dépendance qui permet d'exprimer clairement la linéarité d'une mesure-produit par rapport aux mesures élémentaires dont elle est la composée.

La troisième recherche vise à évaluer les progrès accomplis par les élèves grâce à cette séquence didactique. Elle permet notamment d'analyser les progrès différents accomplis dans différents items du questionnaire.

III Formation des maîtres

Deux points sont à examiner pour la formation des maîtres :

- formation scientifique des élèves instituteurs comprenant

* le contrôle de leurs propres conceptions à propos des différentes grandeurs à mesurer, en particulier aires, volumes, vitesses

* la mise au clair sur la notion de mesure avec la distinction des trois pôles : objets, grandeurs, nombres.

- étude de progressions possibles et en particulier des points qui peuvent présenter des difficultés pour les élèves.

La collaboration entre les P.E.N. de mathématiques et de physique paraîtrait des plus souhaitables sur la question de la mesure. Il n'y avait malheureusement pas de physicien dans le groupe.

Nous avons passé en revue les différentes grandeurs en nous attardant davantage sur la longueur.

<u>Longueur</u>

Il n'y a pas de problème de conceptualisation de la longueur ni de sa mesure pour les normaliens... encore que l'on pourrait trouver des situations complexes de mesure de longueur, par exemple en s'intéressant au défilement d'une bande de magnétophone : prévoir s'il reste assez de place pour enregistrer un morceau dont on connait la durée, connaissant le nombre de numéros qu'a utilisés un autre morceau placé avant sur la bande. L'aspect théorique de la mesure des lignes courbes est moins évident ; on peut trouver des éléments de réflexion à ce sujet dans un brochure de l'IREM de Nancy "Mathématiques à l'école normale tome 3 : mesure".

A propos de la mesure des segments, les problèmes se situent au niveau de l'ensemble des nombres réels, nécessaire pour exprimer toutes les mesures.

Un aperçu historique des moyens utilisés pour mesurer avant l'adoption du système métrique paraît intéressant pour dégager la notion de mesure et préciser la relation entre longueurs et nombres.

Pour les élèves, nous avons essayé de recenser les points importants de l'apprentissage et les difficultés éventuelles :

- des difficultés de vocabulaire :

* usage social du mot longueur pour désigner certaines dimensions des rectangles ou parallépipèdes, alors que les autres mots du même type largeur, hauteur... désignent aussi des longueurs

* confusions du vocabulaire usuel : diamètre, rayon désignent aussi bien un segment que sa longueur, périmètre désigne souvent à la fois une longueur et une mesure.

- la conceptualisation de la notion de longueur commence dès la maternelle et continue à l'école élémentaire, à travers diverses activités, en particulier

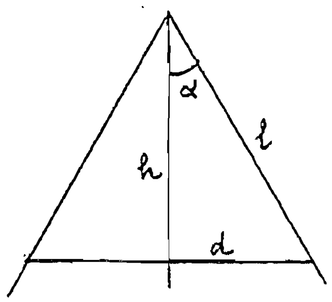
* travaux manuels : commandes de fil, papier collant, bandes de papier. Pour effectuer des guirlandes, des décorations, on peut avoir besoin de plusieurs fils de même longueur, de fils de longueurs différentes...

* classements d'objets : objets rigides ou déformables, parmi les objets déformables, on peut distinguer ceux dont la longueur change (élastique) et ceux dont la longueur ne change pas (ficelle) ; les longueurs considérées ne sont pas forcément planes.

Si la comparaison de longueurs ne peut se faire directement (objets éloignés impossibles à déplacer, lignes courbes indéformables de formes différentes), on est obligé d'utiliser un intermédiaire (ficelle, bandes de papier, compas...) Cela conduit d'une part au repérage, d'autre part au report de diverses longueurs étalons. Nous avons vu qu'une étude du lien entre mesure et repérage, qui passe par la construction d'une graduation régulière a été faite par A. Bessot et M. Eberhard.

- la question de la mesure des longueurs, même pour les objets rectilignes ne sera pas réglée à l'école élémentaire : elle ne pourra l'être que quand on disposera des nombres réels.

- le mesurage et le choix de l'instrument de mesure adapté au problème matériel à traiter : règle, chaîne d'arpenteur, mètre de couturière, pied à coulisse, palmer, curvimètre pour les lignes courbes, jauges d'épaisseur pour mesurer les écarts entre électrodes et bougies de voiture. La mesure des diamètres pose un problème, certains appareils sont adaptés à des cas très particuliers, par exemple on construit des cones gradués pour mesurer les bagues



$d = 2l \sin \alpha$

- question de la précision de la mesure et de l'encadrement, précision liée à l'instrument. Quel encadrement peut-on avoir pour des résultats de calculs faits à partir de mesures obtenues avec une certaine précision ?

- estimation de longueurs sans mesure. Cela fait partie des programmes aux Etats Unis et en Espagne ; en France, cela en faisait autrefois partie explicitement.

- utilisation des longueurs pour représenter d'autres grandeurs : représentations graphiques.

La présence dans le groupe de deux professeurs espagnols nous a permis de faire des échanges sur l'enseignement de la mesure à l'école élémentaire en Espagne et en France. Il semble qu'en Espagne, la question de la mesure des longueurs soit traitée essentiellement du point de vue pratique à l'école élémentaire : Après une phase de comparaison en utilisant comme intermédiaires des objets familiers (stylos, bords de cahiers...) et des instruments liés au corps (empan, coudée, bras, envergure...), on passe directement aux unités légales utilisées socialement.

Aires

Il y a des problèmes pour beaucoup de normaliens au niveau du concept d'aire lui-même, qui peut être lié à la forme ou aux dimensions de la surface ; ils utilisent parfois les mêmes modèles erronés que les élèves :

- l'aire d'un parallélogramme est le produit des dimensions
- si le périmètre augmente, l'aire augmente.

Un travail est nécessaire à ce niveau et on peut leur proposer des situations utilisables avec des élèves : par exemple, modifier une surface de façon à diminuer l'aire et augmenter le périmètre. Le travail de R. Douady et M.J. Perrin montre qu'il est important d'aborder un point de vue dynamique et de le relier avec d'autres points de vue liés à l'additivité des aires, par exemple :

- on a un triangle ABC, A se déplace sur une droite parallèle à BC, comment varie l'aire, le périmètre...
- A se déplace sur une ellipse de foyers B, C (AB + BC constant), comment varie l'aire, le périmètre du triangle ABC
- on a un parallélogramme ABCD, AB coulisse sur un rail parallèle à BC, comment varie l'aire, le périmètre, les dimensions, les diagonales ...
- on a un parallélogramme articulé (longueurs des côtés constante), comment varient l'aire et le périmètre dans la déformation...

Un autre point important à aborder avec les futurs maîtres est celui du champ de validité des formules établies : par exemple pour le triangle ou le parallélogramme, obtient-on le même résultat en changeant de base ?

Nous n'avons que très peu abordé les autres grandeurs.

masses

La masse pose un problème physique parce que ce n'est pas la masse mais le poids qu'on mesure. La différence entre masse et poids paraît abordable en CM2 en évoquant ce qui se passe sur la lune ou dans les vaisseaux interplanétaires.

durées

La durée se heurte au problème de la perception du temps qui n'est pas uniforme. La mesure des durées est souvent liée à un mouvement uniforme : astronomie, sablier, clepsydre, pendule... on peut aussi utiliser d'autres phénomènes uniformes comme la combustion d'une bougie. Le travail sur la durée demande une liaison avec l'historien et avec le physicien.

Nous n'avons pas abordé le volume, la vitesse, les angles...

BIBLIOGRAPHIE

aspect théorique

- A. Revuz : Intégration et mesure *Encyclopaedia Universalis*
- H. Lebesgue : La mesure des grandeurs (réédité en 1975 par la librairie scientifique et technique A. Blanchard)
- IREM de Besançon brochure "Mesurer" par J. Merker (1978)
- IREM de Bordeaux brochure "Exploitation d'une série de mesures" (1977) par R. Moreau sur erreur, incertitude, intervalle et niveau de confiance...

aspect historique

- J. Dhombres nombre, mesure et continu : épistémologie et histoire (Ed. Cedic Nathan)
- La rigueur et le calcul Ed. Cedic
- Mathématique au fil des âges Gauthier Villars (1987)
- IREM de Toulouse : brochure de B. Garnier et F. Seuzaret "Théorie de la Mesure" (1985)
- IREM de Paris VII, dans la brochure n° 34 "Métrologie" texte de R. Taton paru dans "La nature" n° 3176 (dec. 1949)

réflexion sur la notion et son enseignement

- Mots IV Approximations brochure APMEP
- Mots VI Grandeur Mesure brochure APMEP
- ERMEL cycle élémentaire tome 1 p 98 à 107
- ERMEL Cycle Moyen tome 2 p 169 à 237 (voir aussi le chapitre sur les décimaux p 8 à 53)

propositions et compte rendus d'activités

en plus de ERMEL déjà cité

- IREM de ROUEN (1978-1979): "La notion de mesure à l'école élémentaire"
- IREM de DIJON (1980) : "Des activités de mesurage à l'école élémentaire"
- IREM de POITIERS (1982) : "Décimaux au CM1 à l'aide des longueurs et des aires"
- IREM de PARIS VII (1983) : "Mesure des longueurs et des aires" repris différemment dans *Petit x* n° 6 et n° 8 "Aires de surfaces planes"
- IREM de POITIERS (1986) : "Aires et périmètres du cours moyen à la seconde"

activités pour les normaliens

- IREM de Paris VII (1978, réedité en 1981) "Métrologie" par A. Myx brochure n°34
- IREM de NANCY (1984) : "Mathématiques à l'école normale" tome 3 (1ère partie) : Mesure"

études didactiques

- A. Bessot et M. Eberhard : "Une approche didactique des problèmes de la mesure" *Recherches en didactique des mathématiques* n°4.3 (1984)
- J. Rogalski "L'acquisition de notions relatives à la dimensionalité des mesures spatiales (longueur, surface) *Recherches en didactique des mathématiques* n° 3.3 (1983)
- R. Douady et M.J. Perrin "Un processus d'acquisition du concept d'aire de surface plane" *Cahier de didactique des mathématiques n°37* IREM Paris VII
- G. Vergnaud et al. "Didactique et acquisition du concept de volume" *Recherches en didactique des mathématiques* n° 4.1 (1983)

GROUPE A6

UTILISATION DE L'OUTIL INFORMATIQUE POUR L'APPRENTISSAGE DES MATHEMATIQUES

Animation : Elise MARTINELLI
Rapport : Mireille LAMANT, Yves DUCEL

Le thème principal de travail est de développer une réflexion autour de l'utilisation du micro-ordinateur dans l'enseignement des mathématiques.

Deux intervenants prévus présenteront leurs travaux comme point de départ de la réflexion.

J.C. GUILLAUME (I.N.R.P. Paris) du groupe de recherche "Utilisation du micro-ordinateur dans l'enseignement des mathématiques", parlera d'un logiciel conçu à l'INRP sur la division.

A. MYX parlera ensuite d'un programme qu'il a écrit en Logo sur la simulation d'une machine à calculer "Pascaline".

Lors de l'ouverture de la première séance de travail un tour de table permet de faire le point sur les expériences et les attentes de chacun dans le domaine en question. A l'issue de ce tour, on est amené à distinguer deux utilisations du micro-ordinateur dans l'apprentissage de mathématiques. L'une dans le cadre de la formation des maîtres, l'autre à l'Ecole Elémentaire s'adressant aux enfants.

Suivent alors quelques échanges sur les activités de chacun dans le cadre de la formation des maîtres. Divers points sont évoqués utilisant principalement LOGO.

Deux participants proposent de présenter d'autres logiciels qu'ils ont conçus ou sur lesquels ils travaillent. Il s'agit de :

- F. HUGUET (Quimper) et du travail sur les "micromondes".

- E. BRUILLARD (EN Bonneuil) avec FORMATEXTE.

1. Intervention de J.C. GUILLAUME

Les travaux présentés ne sont pas encore disponibles. Des éléments documentation sur l'exposé sont donnés en bibliographie. Le travail porte sur l'approche de la division aux CE2 et CM.

Au départ de cette recherche se situent les travaux de R. NEYRET (Cf.1) et 2) qui a fait un inventaire systématique des procédures utilisées par les enfants en début de CM1 et la constatation que, si l'algorithme de la division est su, on n'est pas très bien sûr que les enfants interprètent toujours très bien ses différentes étapes.

L'objectif du logiciel est d'obliger l'enfant à donner un sens aux opérations, aux choix, ou aux contrôles qu'il effectue à chaque moment.

Après un exposé des travaux de R. NEYRET et une visualisation du logiciel, une discussion a lieu sur le logiciel et son utilisation. Différents points sont soulevés comme :

- l'utilisation du logiciel par rapport à l'apprentissage sur papier

- la finalité du logiciel.

Ce logiciel illustre et simule les procédures utilisées par les enfants. Un des intérêts du logiciel est semble-t-il d'inciter les enfants à se situer par rapport à une procédure particulière parmi celles qu'ils ont pu déjà élaborer précédemment sur papier. De plus l'image proposée par l'ordinateur est nette, et peut ainsi contribuer à éviter toute dérive ou erreur pouvant faire échouer une démarche similaire qui serait conduite sur papier.

Enfin, d'autres réflexions portant plutôt sur le rôle de l'informatique sont échangées comme par exemple sur les conditions créant le besoin d'un logiciel ou encore sur l'interaction entre l'enfant et la machine.

2. Intervention de A. MYX : la "Pascaline"

L'idée de A. MYX est de simuler une machine à calculer qui permette à l'enfant de travailler sur des nombres "abstraits" et de traduire dans une démarche de programmation ses procédures de calcul comme par exemple celles de la division.

Ce logiciel est conçu comme un utilitaire qui, bien sûr, demande un environnement complémentaire pour le faire fonctionner dans une classe. L'utilisation de ce logiciel semble intéressante, en particulier comme objet d'étude informatique en offrant un support familier aux enfants (les opérations), en vue d'activités de programmation.

3. Intervention de F. HUGUET

F. HUGUET présente les logiciels mis au point par l'équipe de Quimper. Pour plus de détails voir 3. de la bibliographie.

4. Intervention de E. BRUILLARD : FORMATEXTE

Le logiciel est en cours de réalisation. Seule une présentation orale en est faite (4. de la biblio.).

Il s'agit d'un formateur de textes, et non d'un traitement de textes. Cependant il peut être exploité en traitement de textes au niveau scolaire, en permettant d'avoir un environnement ouvert. On dispose de tout le langage LOGO dans la couche où on travaille, et des critères syntaxiques permettent de décider quelle est la partie texte et quelle est la partie commandes LOGO.

Comme piste d'utilisation, on peut envisager l'écriture de textes de problèmes et des solutions correspondantes. On peut alors faire varier les données et étudier les conséquences sur la solution, par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1 - Rencontres pédagogiques - Recherches / Pratiques (INRP) n°12 / 1986. En Math peut mieux faire : l'élève face à la difficulté mathématique.

2 - Rencontres pédagogiques - Recherches / Pratiques (INRP) n°4 / 1984. Comment font-ils ? L'écolier et le problème mathématique.

3 - Actes des 12e et 13e colloques inter IREM des PEN de mathématiques. Disquettes et Micromondes . p.50.

4 - "FORMATEXTE" (LOGO + / nanoréseau). E. BRUILLARD - Micro - savoir - logiciels.
CNDP - MEN - Unité des logiciels éducatifs. 1986.

GROUPE A7

LES APPRENTISSAGES NUMERIQUES

Animation : Jacques DOUAIRE
Rapport : Nicole GAUDELET

Participants : 24

Partant d'un constat concernant les pratiques les plus habituelles de construction des apprentissages numériques dans les classes de grande section et cours préparatoire , ou dans des manuels scolaires , les participants affirment la nécessité de faire évoluer l'enseignement des mathématiques à ce niveau pour tenir compte des connaissances des enfants dès la maternelle et assurer une réelle continuité maternelle-cours préparatoire dans la mise en oeuvre des programmes .

Jacques Douaire pour l'équipe de recherche I.N.R.P. "Apprentissages numériques et résolution de problèmes chez les enfants de 5 à 8 ans" expose certains travaux de l'équipe qui se situent dans le cadre d'un apprentissage par résolution de problèmes et qui s'appuient sur des situations construites pour permettre à l'enfant d'apprendre les nombres en leur donnant du sens et en les utilisant .

La recherche d'une formation qui apporte l'aide nécessaire aux instituteurs pour la construction de telles situations et pour la mise en oeuvre de séquences d'enseignement conduit les participants à proposer des démarches de formation :

- la formation continue trouve une plus grande efficacité lorsqu'elle s'appuie sur l'observation des capacités des enfants en situation . Il est à noter qu'une conception pédagogique (dominante en maternelle) qui conduirait les instituteurs à construire les apprentissages à partir des situations vécues , et celle d'un apprentissage linéaire (dominante en élémentaire) peuvent être à l'origine de résistances lors de la construction de telles situations ,

- en formation initiale , l'analyse de la résolution de problèmes , comme point d'appui de la construction de connaissances , la mise en situation de recherche de normaliens , semblent permettre aux instituteurs débutants d'abandonner l'hypothèse de la nécessité d'une progression linéaire pour les apprentissages mathématiques .

Les travaux menés par les participants dans des cadres très divers (I.R.E.M., I.N.R.P., U.E.R. de didactique ou de psychologie, stages de formation ou animations en circonscription) montrent que le sujet du travail du groupe fait partie des préoccupations actuelles après quelques années de baisse d'intérêt .

Certaines interrogations témoignent d'un besoin d'échanges sur les connaissances théoriques et les recherches à propos des apprentissages numériques et leur évaluation , sur les actions de soutien à l'enfant en difficulté dans son apprentissage .

La recherche I.N.R.P., en cours, n'a débuté qu'en 1985 . Les préoccupations actuelles de l'équipe découlent de la volonté de construire trois types d'outils d'enseignement pour décrire des savoir-faire , pour proposer des apprentissages en relation avec les compétences des enfants , pour construire des situations d'apprentissage .

Chacun d'entre nous a eu à constater que la plupart des enfants utilisent des nombres , construisent des savoir-faire numériques avant que les programmes n'en fassent explicitement un objet d'étude .

Devant ce constat le pédagogue se doit d'évaluer la maîtrise de ces savoirs et de construire des situations didactiques appropriées qui prennent en compte ces compétences , et le formateur de former les instituteurs à cette démarche difficile .

Les publications actuelles dans le domaine des premiers apprentissages numériques sont assez rares et de diffusion réduite par rapport à celles qui concernent la lecture . Elles émanent le plus souvent de recherches universitaires (voir bibliographie) .

L'équipe I.N.R.P. se propose de produire en fin de recherche un ensemble de documents utilisables par les instituteurs . Elle a récemment constitué un premier dossier consacré aux apprentissages numériques pour le Journal des Instituteurs (Revue pédagogique Nathan . Voir bibliographie).

Les apprentissages numériques dans la classe .

Au risque de brosser un tableau un peu carricatural de l'enseignement de mathématiques à ce niveau , nous récapitulons ci-après certaines des réalités qui ont pu être observées par les participants dans des classes . Elles peuvent influencer nos actions de formation .

- En grande section , peu d'apprentissages numériques . Des activités de mises en correspondance terme à terme sont proposées aux élèves . Les enseignants préfèrent exploiter les situations vécues par la classe qu'imposer des situations qui leur semblent trop mathématiques . Les enfants ont des connaissances et des savoir-faire qu'ils utilisent en dehors de la classe .

- En cours préparatoire , l'enseignement des mathématiques débute souvent par une longue période d'apprentissages prénumériques (prérequis) auxquels font suite des exercices systématiques sur les "petits" nombres . Par suite de l'absence fréquente de l'utilisation de situations réellement problématiques pour l'apprentissage mathématique , les élèves n'ont ni à faire des prévisions , ni à anticiper pour construire leurs connaissances . Cela se fait principalement par imitation ou répétition . Il faut noter également l'importance des supports typographiques , souvent inducteurs (utilisation intensive de fiches polycopiées utilisant des représentations imposées) .

- Au cours élémentaire puis au cours moyen , on relève des difficultés opératoires chez les élèves , souvent induites par les méthodes d'apprentissage de la numération , et des représentations de ce qu'est "faire des mathématiques" qui peuvent gêner l'enfant plus tard dans ses activités , en particulier celles de résolution de problèmes (exemple : pour résoudre un problème à deux données numériques , il faut utiliser les deux nombres dans une opération) .

Des travaux en psychologie (voir bibliographie) mettent en évidence certains éléments relatifs aux apprentissages numériques que l'équipe I.N.R.P. a pris comme constats de départ . Nous n'en rappellerons ici que quelques-uns :

- Le recours spontané au dénombrement est une aptitude qui ne se réduit pas au seul dénombrement ni à la conservation de la quantité .
- Il y a lieu de distinguer des tâches opérationnelles et des tâches de constat .
- Construire une collection équipotente à une collection donnée n'est pas la même activité selon qu'il y a ou non présence de la collection de référence .
- Dans l'utilisation de la comptine par l'enfant différents niveaux peuvent être

repérés . La comptine peut être successivement :

- une suite de noms de nombres insécable ; elle n'est pas utilisable pour effectuer un comptage ,
- une suite de noms de nombres différenciés qui part de un pour aller jusqu'à n ; l'enfant serait alors apte à utiliser cette suite par correspondance terme à terme entre ces noms et les objets , le problème se pose alors de savoir la limite d'utilisation de cette suite pour connaître la mesure de la collection dénombrable par l'enfant ,
- une suite de noms de nombres qui part d'un autre nombre que un pour aller jusqu'à n , l'enfant en comptant compte simultanément combien de nombres sont énoncés (compétence nécessaire au surcomptage),
- une suite de nombres pour décompter .

- Les observations mettent en évidence trois parties dans la comptine utilisée par le jeune enfant :
  - une partie conventionnelle stable (dans l'ordre conventionnel) :
    exemple : 1 - 2 - 3 - 4 - 5
  - une partie non conventionnelle mais stable pendant un certain temps pour le dénombrement :
    exemple : (1 - 2 - 3 - 4 - 5) 7 - 9 c'est la comptine de l'enfant
  - une partie ni stable ni conventionnelle non utilisable efficacement pour le dénombrement .

- L'opération comptage elle-même demande certaines capacités : le pointage permet d'associer un nom de nombre à l'objet , il demande une coordination entre l'énoncé du nom de nombre et le geste qui associe l'objet (déplacer l'objet , le pointer , le fixer du regard...) . La gestion de la collection est fonction de la disposition des objets , de leur mobilité .

- Des compétences que l'enfant doit savoir coordonner pour dénombrer une collection entrent en jeu dans le dénombrement :
  - disposer d'une suite stable , conventionnelle ou non ,
  - établir une adéquation unique (correspondance terme à terme),
  - savoir que le dernier nom de nombre cité se réfère à toute la collection (certains enfants comptent et ne donnent pas de réponse à la question combien?),
  - dénombrer une collection hétérogène (compétence discutée),
  - savoir que le nombre ne dépend pas de l'ordre dans lequel les éléments sont dénombrés .

A la question les compétences coexistent-elles ou se construisent-elles de façon progressive? il est bien difficile de répondre actuellement. Chez certains enfants les compétences peuvent se mettre en place sans apprentissage construit en classe . L'absence d'une ou plusieurs compétences se révèle chez l'élève en difficulté . L'apprentissage pour lui aura également pour but de mettre en place la ou les compétences qui font défaut .

En maternelle des activités seront mises en oeuvre pour tous les élèves de façon à repérer les procédures qu'ils utilisent , dans une pédagogie qui ne peut être que différenciée , et faire évoluer ces procédures vers d'autres plus efficaces,dans ce qui constitue véritablement un apprentissage .

Les situations proposées doivent permettre de donner du sens au nombre , c'est-à-dire d'utiliser le nombre pour résoudre des problèmes (partages , échanges , repérages ...) . On trouvera des exemples de telles activités dans le dossier déjà cité et les fiches pédagogiques C.P. de la même revue .

L'évaluation formative trouve ici toute son importance dès la grande section de maternelle et en début de cours préparatoire . A titre indicatif elle peut repérer :

- l'aptitude au dénombrement d'une collection ,
- la capacité à constituer une collection ,
- l'aptitude au surcomptage ,
- la lecture de l'écriture des nombres entre zéro et vingt .
- la connaissance que l'enfant a de ses compétences en matière de dénombrement .

La liste donnée ci-dessus ne doit pas être interprétée comme une progression linéaire . L'observation des enfants en situation fonctionnelle , provoquée ou spontanée , permet de repérer l'atteinte de certains objectifs . L'apprentissage sera construit en conséquence .

L'analyse didactique de la situation de dénombrement permet d'en dégager des variables utilisées par J.Briand (E.N. Mérignac) pour la construction d'un logiciel .

Sont regroupés ci-après des points de repère utiles à l'enseignant de cours préparatoire . Ils n'ont pu être suffisamment développés dans le cadre du travail du groupe :
- donner du sens au nombre par des problèmes ,
- faire en sorte que le nombre apparaisse comme mémoire de la quantité ,
- observer les compétences numériques de chaque enfant ,
- proposer des situations dans lesquelles le calcul permet l'anticipation ,
- favoriser le passage du comptage au calcul ,
- mettre en place des situations dans lesquelles la numération écrite a d'abord le statut d'outil avant celui d'objet ,
- varier les types de problèmes : partages (ils favorisent les groupements , dénombrements , correspondances terme à terme comme moyens de contrôle) , comparaisons , échanges , constitutions de collections équipotentes ,
- faire varier les domaines numériques suivant les objectifs ; par exemple les groupements apparaissent quand les collections sont importantes .

Perspectives en formation .

Les éléments d'analyse dégagés par le travail du groupe constituent une aide pour la formation des instituteurs . Même s'il est prudent de rappeler que des travaux de recherche en psychologie et en didactique,en cours,permettront sans doute de progresser dans la connaissance de l'apprentissage du nombre , les certitudes , provisoires , qui se dégagent des travaux sur le sujet , l'avancée de la didactique , apportent aujourd'hui aux formateurs des outils d'analyse .

La question de savoir comment ces connaissances vont pouvoir faire évoluer les pratiques rappelées en début de travail du groupe est posée à chaque formateur .

Il semble nécessaire de distinguer formation initiale et formation continue .

- En formation initiale :
  - Insister sur le fait que toute certitude risque de n'être que provisoire, et que la formation doit être continuée ,
  - Tout comme dans l'apprentissage de la lecture il semble essentiel de partir de ce que savent les enfants ,
  - Les pratiques des classes qui sont celles auxquelles les normaliens sortants , souvent Z.I.L. , vont être confrontés , remettent souvent en cause ce qui a pu être fait en formation initiale , en raison des difficultés de mise en oeuvre par un remplaçant qui souhaite assurer une continuité .

- Le choix d'une formation par l'analyse de la résolution de problèmes permet de remettre en cause l'idée d'une progression linéaire , et d''insister sur la nécessaire prise en compte de ce que savent les élèves pour faire évoluer leurs connaissances .

- En formation continue :
Les instituteurs n'ont pas toujours les outils d'analyse qui se construisent le plus souvent en formation initiale . Un stage qui regroupe plusieurs enseignants susceptibles de travailler en équipe pour assurer le suivi du stage et qui permet un travail dans les classes facilite la mise en place successive de différents moments reconnus importants pour la formation continue dans le contexte actuel :
  - sensibiliser aux problématiques de l'enseignement des mathématiques , à la nécessité d'observer les comportements d'élèves mis en situation problème ,
  - exploiter des situations fonctionnelles qui font partie du vécu de la classe ,
  - travailler à partir de jeux introduits par l'enseignant ,
  - construire des situations d'apprentissage plus "dénudées" , y compris en maternelle ,
  - se donner le droit de donner des situations dont la résolution va demander des outils que l'école n'a pas encore mis en place . Les résistances souvent exprimées sont liées à la confiance que les maîtres peuvent accorder aux enfants et à la crainte de ne pas comprendre les procédures mises en oeuvre .

Un stage en circonscription de trois sessions d'une semaine semble convenir aux contraintes énoncées .

B I B L I O G R A P H I E

I.N.R.P.	Comment font-ils? Rencontres pédagogiques n°4 . I.N.R.P.
I.N.R.P.	En maths peut mieux faire . Rencontres pédagogiques n°12 . I.N.R.P.
I.N.R.P.	L'apprentissage à la résolution de problèmes au C.E. (document interne à la recherche qui sera publié par le C.R.D.P. de Grenoble)
I.N.R.P.	Dossier Le nombre . Journal des instituteurs n°9 . Mai 1987 Nathan . Pour se procurer ce numéro écrire à Edition F.Nathan . Direction des revues pédagogiques . 9 rue Méchain Paris 14 .
C.Meljac	Décrire , agir , compter . 1979 . P.U.F.
J.P.Fischer	La dénomination des nombres par l'enfant . 1984 . I.R.E.M. Strasbourg .
J.P.Fischer	Eléments de psychologie pour l'apprentissage des mathématiques I.R.E.M.Strasbourg .
J.P.Fischer	Développement et fonctions du comptage chez l'enfant de 3 à 6 ans . 1981 . Recherches en didactique des mathématiques . Vol. 2.3 .
Gelman	Les bébés et le calcul . Nov 1983 . La Recherche .
C.Fuson.J.W.Hall	The acquisition of early number word meanings .1983.Academic Press .
N.Bednaz.B.Janvier	La numération . Grand N n°33 et n°34 . C.R.D.P.Grenoble .
M.P.Chichignoud	Le développement du concept de nombre chez le jeune enfant . Grand N n°36 . C.R.D.P.Grenoble
M.Fayol	Note de synthèse : Nombres,numération et dénombrement.Que sait-on de leur acquisition? Revue française de pédagogie n°70 . I.N.R.P.
H.El Bouazzaoui	Etude des situations scolaires des premiers enseignements du nombre et de la numération . Université de Bordeaux .
J.F.Perret	Comprendre l'écriture des nombres . 1985 . P.Lang .

GROUPE B1

FORMATION EN DIDACTIQUE DES FORMATEURS

Animation : Nicole GAUDELET
Rapport : Nicole GAUDELET

Nombre de participants : 29

Le groupe était annoncé comme groupe d'échanges à partir des informations apportées par les participants .

Le travail s'est déroulé en trois temps :
- l'évaluation des besoins et des ressources au sein du groupe . Elle a permis de poser certains problèmes que rencontrent les intervenants en formation des instituteurs ,
- l'explicitation , à titre d'exemple , de concepts didactiques pour répondre aux demandes de formation initiale et continuée ,
- l'étude des cadres de l'institution Education Nationale pour une formation des formateurs .

Deux propositions émergent du travail du groupe :
- définir en école d'été un contenu , c'est-à-dire des concepts communicables , et des stratégies de formation , dans le but de contribuer à une formation de formateurs , en particulier de professeurs d'école normale , qui pourraient ensuite eux-mêmes contribuer à la formation de formateurs toutes catégories , dans un plan académique ou national . La mise en place d'un plan d'actions démultipliées de formation est une réponse possible à une demande qui semble de plus en plus importante ,
- constituer une documentation accessible aux formateurs en école élémentaire , et aux formateurs d'instituteurs .

1 . Mise en commun des demandes et ressources du groupe .

Les demandes ont été en nombre plus importantes que les propositions de contribution , leur nature très diverse en raison des différences de formation antérieure des participants .

On distingue plusieurs types de demandes de formation en didactique :
- nécessité d'un apport de connaissances sous forme d'information théorique en particulier pour la définition des concepts utilisés ,
- structuration d'une connaissance "floue" sur une discipline qui se constitue institutionnellement et scientifiquement et dont les concepts sont de plus en plus souvent employés dans des ouvrages pédagogiques ,
- besoin d'une réflexion et d'échanges sur le rôle de la didactique dans la formation des enseignants dans les écoles normales et l'université ,
-recherche de moyens de formation en dehors des troisièmes cycles universitaires ,
- étude des possibilités d'utilisation des concepts élaborés par les chercheurs en didactique des mathématiques pour la didactique d'autres disciplines (éducation physique et sportive par exemple) .

En réponse à ces demandes , les participants font le point sur la place de la didactique en formation actuellement , à partir d'expériences vécues principalement par l'U.E.R. de Paris (Régine Douady) et l' I.M.A.G. de Grenoble (Madeleine Eberhard) . Il apparaît que :

- les problèmes que pose la transmission d'un savoir relatif à la didactique montrent le besoin de décontextualiser les concepts de la didactique pour pouvoir les réinvestir ,
- les formations en didactique , en particulier celle des formateurs d'instituteurs , dans le cadre de leur formation continuée , sont rares . Sont signalés :
  . la formation des I.D.E.N. qui bénéficient depuis un an de cours assurés par des chercheurs en 3ème cycle universitaire . Leur intervention consiste essentiellement à expliquer un processus d'apprentissage en mathématiques , à éclairer un contenu d'un point de vue didactique ,
  . des interventions en troisième cycle universitaire auprès de P.E.N. , professeurs de collège ou lycée ou futurs professeurs . Elles contribuent à l'étude des processus d'apprentissage en mathématiques ou à une interrogation sur le métier d'enseignant ,
  . des groupes de réflexion au sein des I.R.E.M. La didactique est alors utilisée en tant qu'outil pour comprendre les difficultés des élèves dans la construction d'un savoir ,
  . la formation des normaliens . La didactique apporte des outils d'analyse des situations , aide à résoudre certains problèmes d'enseignement ,
  . les écoles d'été . Elles sont des lieux de formation pour chercheurs et enseignants et contribuent actuellement à l'avancée de la didactique (émergence de nouveaux concepts , étude de l'enseignement de certaines notions mathématiques) . Le séminaire national entre dans ce cadre ,
  . les troisièmes cycles universitaires qui sont aussi des lieux d'auto-formation .

Charles Balduzzi pour Media Formation rappelle l'intérêt des laboratoires d'essais pédagogiques pour la formation des formateurs à des méthodes mais aussi à la didactique par l'analyse pointue d'apprentissages grâce aux enregistrements video réalisés .

A travers toutes ces actions la didactique apparaît à la fois comme un outil d'analyse de la tâche d'enseignement et une aide à la construction de situation d'enseignement .

Enfin il faut signaler l'évolution rapide de la didactique due à ce que tout problème d'enseignement ou d'apprentissage est susceptible de contribuer grâce au nombre croissant de recherches en didactique à l'émergence de nouveaux concepts .

A l'issue de cette première phase , sont signalées :
- la nécessité d'un vocabulaire clairement défini , et commun aux didacticiens pour reconnaître le statut de science à la didactique ,
- les difficultés du passage,au cours des formations,de la didactique outil à la didactique objet d'enseignement ,
- la crainte que la recherche d'une grammaire de la didactique ne restreigne parfois la formation en didactique aux seuls chercheurs et ne se limite à un débat de spécialistes .

2 . Autour de quelques concepts .

Régine Douady répond à la demande d'information théorique et de clarification de quelques concepts , et précise l'objet de la didactique .

On peut se rapporter à ce propos à certains articles consacrés à la didactique cités en bibliographie . Nous signalerons ici en particulier :
- ARTIGUE M. et DOUADY R. 1986 . La didactique des mathématiques en France . Note

de synthèse . Revue française de pédagogie n°76 .
- BROUSSEAU G. 1986 Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques . Vol 7 . n°2 . Recherches en didactique des mathématiques .
Cet article paru postérieurement au colloque semble répondre à plusieurs demandes . C'est pourquoi nous pensons intéressant de le signaler au moment de la parution des actes . Extrait du résumé :
" Ce texte est la première partie d'une étude qui essaie de présenter les fondements et les méthodes de la didactique des mathématiques .

Il s'agit de rassembler un certain nombre de concepts introduits depuis quelques années déjà et de les organiser de façon à les faire apparaître comme les éléments d'une théorie."
Ce premier texte aura une suite .

Les articles cités ci-dessus recouvrent de façon fort complète les contenus abordés au cours du travail du groupe . C'est pourquoi nous n'évoquerons les concepts que très succinctement , au risque de les déformer quelque peu .

La classe est un lieu de vie compliqué où se nouent des relations complexes entre maître , élèves , et certains savoirs . La didactique étudie les processus de transmission et d'acquisition de ces savoirs , et pour cela étudie les relations entre les trois pôles que sont l'élève , le savoir et le maître .

Dans une approche systémique on peut aborder cette étude du point de vue du savoir (relations savoir - maître , savoir - élève) . Se distinguent alors plusieurs savoirs :

. le savoir du maître ,
. le savoir des programmes ,
. le savoir objet d'enseignement tel qu'il est dans les manuels , les exercices , tel qu'il est proposé par le maître ,
. le savoir de l'élève .

La communication d'un savoir à un public donné suppose la transformation de ce savoir . La didactique étudie ces transformations et crée des outils propres à leur analyse . (Transposition didactique) .

Le chercheur en didactique , confronté à des problèmes , utilise des outils mais aussi en crée , en fait évoluer . Pour les communications sur ses travaux , il donne un statut d'objet (qu'il désigne) à ces outils .

L'ingénierie didactique dans le but de conférer du sens au savoir objet d'apprentissage consiste à construire une suite organisée de séquences avec mises en situation d'apprentissage de l'élève dans lesquelles vont se développer des comportements attendus . Pour la définition de chaque situation des variables didactiques devront être fixées (ex:pour le dénombrement d'une collection , mobilité des objets , nombre d'objets ...)

Apparaît aussi la notion de domaine de validité d'une procédure et de saut informationnel (associé au changement de domaine de validité) .

Pour mettre en évidence la dialectique outil-objet , Régine Douady analyse les différentes phases d'un apprentissage par résolution de problèmes.

L'objet d'apprentissage est fixé .

Un problème est donné . L'énoncé doit avoir du sens pour les élèves qui ont les moyens de reconnaître une bonne réponse et sont capables d'engager une action pour répondre au problème . Ces conditions sont nécessaires pour que l'élève puisse s'engager dans la résolution du problème .

Le tableau ci-dessous met en correspondance l'étape de la construction d'un savoir et le statut de la connaissance dans chaque étape .

Etape	Remarque	Statut du savoir
Construction du savoir dans un cadre donné	L'élève sait mettre en oeuvre certaines procédures, mobilise des connaissances	outil explicite "ancien"
Changement de cadre Recherche de procédure de résolution du problème : action, formulation, justification	Essais, adaptation, changement de point de vue. Formulation de conjectures. Les conjectures sont objets de débats. Mise en oeuvre de procédures	outil implicite "nouveau"
Explicitation Institutionnalisation locale	Validation ou rejet	objet pour certains éléments explicités
Institutionnalisation	Issue du travail collectif Se pose le problème de l'appropriation individuelle	objet "nouveau"
Familiarisation	Exercices permettant la pratique de ce qui a été institutionnalisé	outil explicite
Réinvestissement	Dans une situation nouvelle le maître cherche à connaître le "degré de résistance", met à l'épreuve ce qui a été institutionnalisé, par ex. dans une situation complexe l'objectif sera de coordonner les savoirs appris séparément	outil explicite Le "nouveau" a pris statut d'"ancien"

Ce schéma suppose que le problème ait au moins deux cadres,
(exemple : je cherche des rectangles dont le périmètre est fixé
je cherche des nombres dont la somme est donnée),
qu'avec le savoir de l'élève le problème ne puisse être totalement résolu directement,
que pour avoir la réponse l'outil dont l'apprentissage est visé soit le bon.

La didactique se veut d'aider les maîtres à construire des situations dans lesquelles l'élève qui ne doit pas avoir la possibilité de négocier avec le maître en posant les questions qui lui permettraient de deviner, est en déséquilibre mais peut construire les relais, les étapes intermédiaires, s'appuyant sur ce qu'il sait, pour aller vers ce qu'il cherche.

Le jeu de cadre, dans ce contexte, permet de donner du sens aux réponses intermédiaires. (un exemple : aire du rectangle et produit de fractions).

La notion de contrat didactique qui trouve en formation une réelle importance pour l'analyse des situations d'enseignement dans la classe, est en évolution. Des études relatives en particulier à l'utilisation des manuels sont à faire pour clarifier sur le plan théorique cette notion.

L'évolution rapide de la didactique, sous l'influence en particulier des travaux menés dans les différents U.E.R. de didactique (voir documentation en annexe) est amplement apparue à travers les propos de Régine Douady. Se pose aux formateurs la question :
comment transmettre un savoir en évolution ... rapide ?

3 . Les cadres institutionnels de la formation des formateurs .

La formation des formateurs dans le cadre institutionnel peut s'envisager à trois niveaux :

-départemental :
dans le plan départemental de formation continue (exemple : dans certains départements stages spécifiques aux I.M.F.) , lors de journées de regroupement des I.D.E.N. et P.E.N. . Leur durée est souvent réduite et permet plus souvent une sensibilisation ou une information très ponctuelle qu'une formation ,

- académique :
dans le plan académique de formation . Les stages sont organisés par la mission académique . Ils sont souvent pluricatégoriels . Plusieurs collègues P.E.N. ont eu à organiser de tels stages et ont pu faire intervenir des "didacticiens" pour traiter certains contenus . Les sollicitations se multiplient . Si de telles initiatives se développent il sera plus difficile pour les quelques spécialistes d'y faire face .

- national :
dans le plan national publié dans un B.O. spécial . Les stages sont organisés par la Direction des écoles pour les P.E.N. ,les I.M.F. et les I.D.E.N. (pour leur formation pédagogique). L'expérience montre qu'ils touchent souvent un public déjà formé . Des stages visant à développer une action particulière sont proposés par l'Inspection générale . Suivant leur type , les stages sont précédés ou non d'un appel de candidature .
dans le cadre des universités d'été (information publiée dans le B.O.) . L'initiative revient aux universités . Les écoles d'été de didactique des mathématiques sont prises en charge par la communauté didactique de mathématiques . Elles s'adressent à la fois aux chercheurs et aux non spécialistes . Cette ambiguité pose le problème de leur efficience .

Le souhait d'utiliser ce cadre institutionnel pour mettre en place des formations nationales ou académiques qui puissent toucher l'ensemble des formateurs , la nécessité d'expliciter certains contenus des programmes de formation initiale des instituteurs en didactique des mathématiques conduit le groupe à proposer une école d'été consacrée à la formation en didactique des formateurs , dans le but de définir contenus et stratégies au sein d'un groupe prêt à s'engager dans une telle formation .

Annexes

I Universités ayant un 3ème cycle de didactique et de la littérature (avec le nom d'un responsable)

Bordeaux (Guy Brousseau) IREM de Bordeaux
351 cours de la Libération
33405 Talence cedex

Grenoble (C. Laborde, N. Balacheff)
IMAG BP 68
38402 Saint Martin d'Hères cedex

Marseille (Y. Chevallard)
IREM Université de Marseille Luminy
70 route Léon Lachamp case 901 13288 Marseille cedex

Paris 7 (M. Artigue, R. Douady, J. Robinet)
IREM et UER de didactique des disciplines
2 place Jussieu 75251 Paris cedex 05

Strasbourg (F. Pluvinage)
IREM Université de Strasbourg
10 rue du Général Zimmer 67084 Strasbourg cedex

II Compte-rendus des écoles d'été de didactique des mathématiques

la 2ème (1982) IREM d'Orléans Université
Domaine Universitaire de La Source 45046 Orléans cedex

la 3ème (1984) IMAG Grenoble (cf ci-dessus)

la 4ème (1986) IREM Paris 7 (cf ci-dessus)

III Bibliographie : des revues

1. Recherches en didactique des mathématiques
Nous donnons ci-dessous la liste des sommaires et des résumés des articles concernant l'enseignement élémentaire.
2. Publications de l'IREM de Bordeaux (extrait)
3. Cahiers de didactique et thèses IREM Paris 7
4. Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique de Grenoble.

Recherches en didactique des mathématiques.

Vol. 1.1.

SOMMAIRE
SUMMARY

Résumé

Des nombres entiers aux fractions et aux nombres décimaux.

L'article de Kathleen Hart présente un certain nombre de résultats des enquêtes menées dans le cadre du CSMS dans le but de déterminer les connaissances mathématiques des élèves anglais du niveau de l'école secondaire. Les résultats portent donc sur des concepts dont l'apprentissage fait l'objet du programme de l'enseignement secondaire : nombres rationnels, graphes, notion de variable, etc..., et sur des âges différents. Dans cet article, on met en évidence des hiérarchies de connaissances relativement à la notion de fraction et de nombre décimal, tout en essayant de définir le sens qu'il faut donner, dans ce genre de travail, à la notion de hiérarchie, ainsi que l'utilité qui peut en résulter pour l'enseignement.

... the additive composition of numbers 141

RESUME

Etudes sur quelques aspects du développement dans la composition additive des nombres entiers.

L'objet de cet article est la présentation d'une série d'expériences déjà anciennes, effectuées à Nottingham sous la responsabilité d'A. Bell. On peut rapprocher ce travail de celui de Gérard Vergnaud sur la résolution des problèmes additifs. Une première idée essentielle est qu'une équation numérique donnée peut correspondre à des problèmes différents car immergés dans des contextes différents et traduisant des relations différentes entre les données. Une seconde idée est que l'étude de ces problèmes peut nécessiter un symbolisme particulier différant des notations mathématiques standarts. L'auteur analyse ainsi les effets de divers contextes est de «structures» variées avec des enfants d'âges allant de 8-9 ans à 11-12 ans, à la fois sur un plan quantitatif et sur un plan qualitatif (analyse des procédures).

Vol. 1.2.

SOMMAIRE
SUMMARY

Vol. 1.3 · *SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY*

RESUME 1 Vol 1.3.

Des recherches expérimentales antérieures avaient permis d'étudier le rôle des interactions sociales dans le développement des structures opératoires (au sens piagétien). Il s'agit ici de prolonger ces recherches en explorant, chez des élèves genevois de deuxième année primaire, les conséquences de différentes situations d'interactions sociales pour la mobilisation de connaissances mathématiques étudiées en classe. Il est d'abord constaté que, dans la tâche proposée, l'ensemble des élèves recourent rarement au formalisme mathématique étudié pour rendre compte d'activités additives élémentaires, leurs formulations sont peu explicites bien qu'une épreuve pédagogique classique révèle une maitrise du formalisme dans les tâches scolaires. Les résultats obtenus dans des conditions expérimentales contrastées (élèves travaillant seul ou à deux, avec ou sans l'objectif de communiquer la formulation à un pair) suggèrent que, dans ce type d'activité, l'interaction sociale conduit à une amélioration des performances individuelles (formulations plus explicites et recours plus nombreux au formalisme mathématique usuel) si elle est assortie d'une nécessité de communication à un tiers extérieur à l'équipe de travail. Des recherches ultérieures s'imposent pour préciser ces résultats qui rejoignent des préoccupations pédagogiques d'autres auteurs.

RESUME 2. Vol. 1.3

Cette recherche porte sur la construction d'une signification pour des équations linéaires par des élèves de 15 ans. Cette signification est analysée dans le cadre d'un modèle de la compréhension, qui d'une part distingue entre le contenu et la forme mathématique, et d'autre part identifie quatre modes de la compréhension : instrumentale, relationnelle, intuitive et formelle.

Dans le contexte de l'acquisition de ces compréhensions, la théorie piagétienne de l'équilibration a été traduite par un modèle, le renversement didactique, visant à transformer l'apprentissage de l'algèbre, essentiellement un problème d'accommodation, en un processus d'assimilation. Ce modèle conçoit l'algèbre comme une représentation d'idées arithmétiques et géométriques, et son enseignement permet d'établir des équivalences entre les diverses représentations. La forme algébrique étant nouvelle pour l'étudiant, il doit en premier lieu s'en construire une signification en bâtissant sur ses connaissances arithmétiques et géométriques. Ce n'est qu'après cette première étape que les dites constructions peuvent être inversées.

Un guide pédagogique pour l'enseignement de la droite et de son équation, s'appuyant sur des conceptions intuitives et opérationnelles de notions géométriques, a été élaboré. Ces conceptions intuitives ont été incorporées à une présentation qui vise à intégrer les divers modes de compréhension dans un schéma basé sur le renversement didactique.

RESUME 3 Vol 1.3.

A partir de concepts propres à la sémiologie (signifié, signifiant, référent), cet article soulève certains problèmes sous-jacents à l'utilisation des schémas dans l'enseignement des mathématiques, en particulier:

.Le schéma ne risque-t-il pas d'appauvrir la situation en la restreignant aux seuls élément codés? (disponibilité du référent).

.Ne risque-t-il pas de se couper durablement de ce qu'il représente et de s'y substituer? (pas de retour au signifié).

C'est en plaçant l'élève dans une situation où un schéma familier, l'arbre, se présente comme un bon outil résolutif *provisoire* que nous comptons mettre en évidence ces problèmes ; en effet, le déroulement de la situation impose la complexification des premières procédures de résolution associées à l'arbre suscitant par là chez les élèves un questionnement sur le schéma arbre devenu inadéquat : derrière l'instrument résolutif suspendu par *le blocage des procédures* il découvre le signifiant en ses rapports avec le signifié par une intense activité de codage, de décodage et d'organisation graphique.

SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

Vol. 2.1

RESUME 1. Vol. 2.2.

(Les numéros ci-dessous sont ceux des paragraphes du texte).

1. L'analyse des programmes scolaires successifs en France met en évidence les changements dans la résolution d'un exercice aussi banal que le suivant: «Trouver la longueur d'un rail fabriqué avec 1 tonne de métal, sachant qu'un morceau de ce rail mesurant 0,17 m pèse 0,850 kg.» Nous pensons que ces changements ne sont pas purement locaux, mais sont le signe d'une évolution de l'enseignement des mathématiques: traditionnelles, modernes puis, aujourd'hui, «concrètes».

2. Ce paragraphe présente l'enquête effectuée en 5ème.

3. Il apparaît des résultats impressionnants. Ainsi, le taux de réussite à l'équation $12 \times x = 36 \times 13$ est de 0,78, tandis qu'il tombe à 0,18 pour $\frac{12 \times x}{36} = 13$.

4. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) montre une très bonne cohérence entre matières scolaires. De plus, l'analyse met en évidence une forte hétérogénéité des classes entre elles. Une explication réside dans la diversité des enseignements.

5. Deux des principales observations et conclusions sont:

— Les tableaux 2 x 2 de proportionnalité offrent un intérêt didactique. Mais il y a lieu de compléter l'apprentissage par celui de procédures générales de traitement.

— Les textes écrits engendrent plus de contraintes que n'en possède la situation mathématique qu'il présentent, par exemple en ce qui concerne l'ordre des opérations à effectuer.

RESUME 2. Vol. 2.1.

Après une analyse mathématique, historique et épistémologique du concept de décimal l'auteur expose les principales caractéristiques d'un processus d'enseignement qui présente d'assez grandes différences avec les méthodes classiques. La séquence d'enseignement correspondante a été reproduite plus de 10 fois, et constitue un essai d'épistémologie expérimentale. A cette occasion l'auteur évoque divers problèmes : rapports entre les théories mathématiques et la pratique des élèves, détermination de niveaux de connaissance, limitations à l'usage didactique de l'accomodation ou des obstacles épistémologiques, fondements affectifs et sociaux de la preuve... Dans une analyse détaillée d'une situation didactique il fait apparaître les conditions du maintien de l'ouverture, le rôle du contrat didactique et celui des variables de commande du processus. Il compare deux définitions des fractions et les stratégies qu'elles induisent chez les élèves. Enfin il expose quelques idées plus générales sur le sens d'une notion et des comportements des élèves et sur la méthodologie de la recherche.

Vol 2.2. *SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY*

Vol.2.3. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

Vol.3.1 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

Vol 3.2. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUME 1. Vol. 2.3.

222 enfants, de 3 ans à 6 ans 6 mois, nous ont permis d'étudier le développement du comptage chez l'enfant, en particulier les principes du comptage définis opérationnellement par Gelman et Gallistel. Nous avons aussi, au cours de la même expérience, étudié deux fonctions importantes du comptage: la dénomination des premiers nombres et la résolution des premiers problèmes. Quelques-uns des principaux résultats trouvés confirment ceux de Gelman et Gallistel et sont en accord avec un modèle des aptitudes numériques du jeune enfant, comme celui développé par ces auteurs, dans lequel le comptage joue un rôle central.

RESUME 2. Vol. 3.1.

Réduire l'apprentissage d'un algorithme à une acquisition de mécanisme évacue la signification de cet algorithme. Cette évacuation est ainsi génératrice de comportements inefficaces, inadéquats et producteurs d'erreurs dont les élèves n'ont pas conscience.

Afin de pouvoir faire un pas de côté par rapport à cette conception réductrice, puis, pourquoi pas, par rapport à la réduction de l'enseignement à l'enseignement des algorithmes et des conditions de leurs utilisations, nous montrons d'abord qu'à deux méthodes de mesures rationnelles (la Commensuration et le Fractionnement de l'Unité) correspondent respectivement deux ensembles différents de connaissances.

L'existence de ces différences nous permet alors d'avancer l'idée suivante: un processus, où l'élève met d'abord en œuvre une première méthode, qu'il rejette par nécessité, en la changeant par une autre, est un processus qui permet à l'élève d'avoir accès à la signification de la seconde méthode, et d'approprier réellement des connaissances.

Pour développer et éprouver cette idée, nous utilisons les concepts de jeu, de variables de jeu, de stratégies, de variables de stratégies, de représentations de stratégies, de stratégies de base, de modèle d'action, d'obstacles. Tout en essayant de préciser ces notions, nous analysons les obstacles existant entre les deux méthodes de mesures rationnelles. Cette analyse se fait à l'aide des réponses produites par 386 élèves de 4e (élèves de 14-15 ans) sur un questionnaire et d'observations de séances d'activités didactiques réalisées dans des classes de CM2 (11-12 ans).

RESUME 1. Vol. 3.1.

La recherche présentée ici se rattache à la recherche des modèles implicites. Les auteurs, se plaçant dans le domaine géométrique, étudient les différentes conceptions du cercle mises en œuvre par des élèves de l'école élémentaire suivant la tâche proposée.

Après une pré-expérimentation visant à délimiter le champ des possibles, une séquence d'enseignement est proposée dans deux classes de CE_2 (enfants de 8-10 ans). Cette séquence est constituée à partir de 5 situations-problèmes. Un test passé un mois après la fin de la séquence complète l'expérimentation et permet de cerner les effets de l'enseignement.

Cet article aborde principalement deux aspects de cette recherche:

— l'analyse comparée des caractéristiques des trois situations-problèmes de la séquence d'enseignement visant à privilégier à des degrés divers la propriété du cercle d'être une figure de courbure algébrique constante; la confrontation des observations faites en classe à l'analyse a priori des possibilités d'émergence de telle ou telle conception.

— l'institutionnalisation du savoir: quelle méthodologie adopter pour son étude? Quand et comment s'effectue-t-elle au cours des séances, sur quels énoncés porte-t-elle?

RESUME 2. Vol. 3.2.

L'étude présentée se situe dans le cadre général de l'analyse du processus de transposition didactique, dont le but premier est de déconstruire l'illusion de la transparence qui affecte le savoir enseigné (de même qu'elle affecte le « sujet enseigné », l'élève) en montrant le décalage entre le fonctionnement savant et le fonctionnement didactique de tel élément de savoir dûment étiqueté.

Nous avons choisi ici de considérer la notion de distance, telle qu'on peut en observer l'emploi et le rôle dans les mathématiques enseignées au premier cycle de l'enseignement secondaire. Il s'agit là d'un exemple dont l'analyse, nécessairement spécifique, met pourtant en évidence les contraintes les plus générales qui appellent le processus de transposition et en même temps lui donnent forme: contraintes de compatibilité entre système didactique et société; contraintes « idéologiques » propres à ce que nous avons appelé la « noosphère »; enfin contraintes internes au fonctionnement didactique au sens strict.

Au-delà du décalage temporel (soixante-cinq ans séparent la production mathématique du concept de distance — en 1906 — de l'entrée de cette notion dans l'enseignement du premier cycle de l'enseignement secondaire, en 1971), le décalage épistémologique ainsi créé offre un champ d'étude où un grand nombre d'aspects de la transposition didactique peuvent être concrètement examinés dont les significations se construisent au sein d'une théorie d'ensemble du fonctionnement didactique.

Vol 3.3 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUME Vol 4.1.

Toutes les études ci-après portent sur l'acquisition et la didactique du concept de volume au début de l'enseignement secondaire. Elles ont été con- duites en complément les unes des autres, et se placent dans le cadre plus général de l'étude des « structures multiplicatives », à laquelle l'équipe s'est consacrée depuis plusieurs années. Le volume est une grandeur physique qui peut éventuellement être mesurée directement (cas des récipients) : elle sup- porte à ce titre des propriétés propres aux mesures unidimensionnelles. En même temps la mesure du volume peut être calculée par une combinaison d'informations sur des grandeurs d'une autre nature (longueurs et surfaces notamment) : cela met en œuvre, au-delà des formules (parallélépipède, prisme, pyramide, sphère...), une conception tridimensionnelle du volume.

L'introduction établit le cadre théorique et la méthodologie des études rapportées ensuite. Elle met notamment l'accent sur la nécessité d'une approche cognitiviste et génétique, qui soit rapportée à des contenus de connaissance spécifiques. Elle invoque généralement la nécessité de recourir à plusieurs méthodes complémentaires : entretiens, expériences planifiées, expériences didactiques, étude de manuels, etc...

La première recherche porte sur les conceptions et les compétences des élè- ves des quatre classes du cycle des collèges (11-15 ans), dans plusieurs types de problèmes : calcul d'un volume — recherche du rapport de deux volumes dont les mesures linéaires sont dans un rapport connu — calcul d'une mesure élémentaire. Les procédures sont analysées dans le détail, ainsi que les formulations utilisées par les élèves pour expliquer ce qu'est le volume. Cette recherche met en évidence les difficultés durables auxquelles se heur- tent les élèves jusqu'à la fin du cycle des collèges (15 ans), ainsi que les princi- paux types d'erreur observés et les formulations évolutives employées.

La seconde recherche porte sur la construction d'une suite de situations didactiques destinée à des élèves de cinquième (12-13 ans) et sur l'observa- tion des effets produits en classe. Une dizaine de séances de travail d'une heure, le commentaire qui en est fait, les observations qui résultent de l'expérimentation, sont rapportées d'une manière synthétique. Des protoco- les sont cités pour montrer les difficultés inhérentes à la comparaison des volumes « pleins », et à l'évaluation de leur mesure par des moyens indirects. De même le partage du parallélépipède rectangle fait surgir un incident criti- que (cube du coin), qui traduit la contradiction entre les conceptions unidi- mensionnelle et tridimensionnelle du volume. Certaines situations sont des- tinées à consolider la conception unidimensionnelle du volume et à analyser certaines propriétés, qui découlent de cette conception ; d'autres situations visent au contraire à mettre en défaut cette conception, afin de l'enrichir par la prise en considération des propriétés liées à la trilinéarité. Parmi les propo- sitions didactiques expérimentées, figure l'utilisation d'un tableau de dou- ble dépendance qui permet d'exprimer clairement la linéarité d'une mesure- produit par rapport aux mesures élémentaires dont elle est la composée.

La troisième recherche vise à évaluer les progrès accomplis par les élèves grâce à cette séquence didactique. Elle permet notamment d'analyser les pro- grès différents accomplis dans différents items du questionnaire.

Vol.4.2. SOMMAIRE/SUMARIO/SUMMARY

RESUME 1. Vol. 3.3.

La recherche présentée ici, est une contribution à l'étude des rapports que les élèves de 10 à 16 ans établissent entre l'élaboration d'explications, la démonstration et la notion de preuve en mathématiques. Pour cela nous avons utilisé une situation expérimentale d'interaction et de com- munication entre les élèves à propos de la résolution d'un problème combinatoire.

Dans la première partie du présent article nous abordons la question de la transposition didactique de la notion de démonstration dans l'ensei- gnement français.

Dans la seconde partie, après un examen précis du dispositif expéri- mental et de son fonctionnement, nous rapportons l'analyse des observa- tions concernant des élèves de sixième (11 - 12 ans) et de troisième (14 - 15 ans). Enfin, nous présentons nos conclusions relativement à deux aspects : d'une part les liens entre la résolution du problème et la formu- lation de sa solution, d'autre part les rapports entre preuve et démonstra- tion ; dans ce dernier cas nous formulons des hypothèses sur la nature des obstacles à l'apprentissage en sixième et en troisième.

RESUME 3. Vol. 3.3.

Cette étude, conduite sur les élèves de CM_1, CM_2, 6ᵉ, 5ᵉ et 4ᵉ, concerne l'acquisition de la dimensionalité des mesures spatiales. Elle a mis en évidence les points suivants : un « modèle linéaire » approprié au traitement de la longueur fonctionne de façon relativement précoce ; mais les élèves rencontrent de très grands difficultés pour dépasser ce modèle (dérivé des schèmes additifs) et aller vers un traitement multidimension- nel approprié aux mesures de surface et de volume ; l'appropriation des concepts dimensionnels relatifs à la surface s'effectue lentement et de façon incomplète pour beaucoup d'élèves ; pour un nombre important d'enfants et d'adolescents le domaine de validité des acquis reste limité : la mesure ne peut pas être traitée comme une opération de mathématisa- tion du réel mais demeure une propriété des figures auxquelles elle s'applique ; de plus une unité de mesure comme le cm^2 apparaît peu opérationnelle, véhiculant des propriétés de l'unité de mesure linéaire dont elle est composée. L'évolution des réponses suggère l'hypothèse suivante (que devra tester une analyse macroscopique de l'enseigne- ment) : les situations proposées aux élèves au cours de l'enseignement s'appuient bien sur leurs acquis cognitifs ; mais elles utilisent peu les « points d'ancrage » existant pour la construction d'une connaissance plus élaborée, ni pour l'extension du domaine de validité de ces acquis.

Vol.4.1 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

INFORMATIONS

RESUME 2. Vol 4.2.

Dans cet article l'auteur examine et discute la reprise en didactique des mathématiques, de la notion d'obstacle épistémologique forgée par G. Bachelard (1938).

Pour cela il met en évidence certains caractères spécifiques de cette notion, notamment le fait qu'un obstacle épistémologique soit constitutif de la connaissance achevée. Par là, l'identification et la caractérisation d'un obstacle sont essentielles à l'analyse et à la construction des situations didactiques. Ces questions sont illustrées par le cas particulier de la construction du concept de décimal.

La version originale du présent article date de 1976 ; elle est suivie ici de commentaires contribuant au débat actuel sur les rapports de la didactique et de l'épistémologie des mathématiques.

Vol. 4.3. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

Vol 5.2. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUME 2. Vol 4.3.

Cette étude porte sur les premiers apprentissages de la mesure des longueurs à l'école élémentaire. Elle se place dans le cadre des recherches sur les dépendances entre situations et conceptions ainsi que sur les conditions didactiques permettant l'évolution de ces conceptions.

Dans une première partie, nous précisons les rapports théoriques entre deux modèles de désignation des longueurs: le modèle de mesure et celui du repérage. Nous mettons en évidence une variable fondamentale des situations de désignation des longueurs dans le micro-espace, le type d'outil disponible (unité manipulable, échelles diverses): le type d'outil détermine des domaines de fonctionnement des modèles.

Dans une deuxième partie, nous analysons un processus d'apprentissage réalisé dans ce contexte théorique, au niveau d'une classe de CE1 (élèves de 7-8 ans). L'objectif principal de cet apprentissage est de permettre aux élèves de différencier et mettre en relation les nombres-mesures et les nombres-repères dans des situations de désignation. Les conceptions des élèves se rattachant aux deux modèles sont repérées au cours du processus à l'aide du concept de théorème en acte.

La situation charnière du processus fait l'objet d'une étude plus détaillée: analyse a priori de la situation, éventail des procédures, gestion de la situation.

Vol.5.1 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUME 3. Vol 5.2.

Parmi le matériel pédagogique pour l'enseignement des fractions, on trouve souvent des formes géométriques. Le choix des formes semble être basé sur les hypothèses suivantes: 1) l'enfant concentre son attention sur la géométrie de la forme, et 2) la réalisation de certaines fractions est facilitée par le choix de la forme (e.g., un triangle pour des tiers, un pentagone pour des cinquièmes). Le but du projet était d'étudier la validité de ces deux hypothèses en demandant à des élèves (âgés de 5 à 9 ans) de diviser une variété de formes géométriques souvent employées pour enseigner les fractions à l'école. L'analyse des résultats indique que ces hypothèses ne sont guère soutenables. Plutôt que de se baser sur la géométrie de la forme afin de décider en combien de parties égales la partager, les enfants se servent d'autres procédures ou mécanismes. Nous avons identifié quatre de ces mécanismes que nous décrivons dans cet article.

RESUME 1. Vol. 5.2.

«On a partagé deux classes de 3ᵉ primaire, selon le degré d'actualisation par les élèves d'un type d'écriture désigné par «l'écriture équationnelle», pour résoudre des problèmes de type additif. On a mis face à face un élève qui ne produisait pas d'emblée ce type d'écriture et un qui, lui, la produisait. On veut étudier comment un jeu de rôles, où l'expérimentateur a sa place, permettra à l'élève «non équationnel» d'élaborer l'écriture équationnelle ou une écriture équivalente à travers le jeu. C'est sur la base d'échanges de formulation, que le jeu évolue».

Vol 5.3 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

Vol. 6.1 SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

6.2.3. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUME 1. Vol. 5.3.

Dans cette recherche, je suis parti des observations de Vergnaud et Durand, à propos des problèmes additifs. J'ai éprouvé leurs hypothèses à l'analyse détaillée des calculs relationnels, examiné les raisonnements que l'on pouvait inférer des réponses des élèves, puis ai cherché à construire un modèle synthétique de ceux-ci de manière à opérer un retour sur la comparaison des énoncés. La clé de voûte de cette construction réside dans la distinction nombre/opérateur que je fais fonctionner à divers plans : celui du calcul numérique et des représentations que s'en fait le sujet, celui du calcul relationnel sur les énoncés pour gérer les rapports état/transformation ou encore transformation/bilan. C'est ici que s'effectue l'arithmétisation dans la résolution de ces problèmes.

Mathématiquement, l'analyse dessine quelques traits sur le passage de N à Z, ainsi que sur l'usage de notations algébriques dans la présentation de la résolution ou des calculs numériques. A ceci se rattachent un certain nombre d'observations sur le contenu des réponses : nombre/libellé. Des glissements de sens ont pu être repérés et leur fonction de facilitation ou d'impasse élucidée dans les divers types d'énoncés étudiés. On peut dès lors définir en chaque cas, pour un niveau de traitement donné, ce qui fait problème.

RESUME 3. Vol. 6.2.3.

Dans la première partie de cet exposé, nous élaborons une grille d'analyse pour rendre compte des premières activités d'enfants mis en contact avec la « géométrie tortue ». Nous soulignons divers aspects de leurs comportements qui sont souvent considérés, sans plus de précision, comme étant de la « programmation en LOGO ».

Dans la seconde partie, nous mettons en œuvre cette grille dans l'analyse du comportement mathématique et de programmation d'enfants de 8 et 9 ans travaillant dans un « environnement LOGO » spécialement conçu.

RESUME 4. Vol. 6.2.3.

Le concept de nombre vient présenté comme résultat d'une opération qui peut unir ou des collections d'objets sensoriels ou des unités qui sont eux-mêmes composées d'autres unités. Une des thèses de notre essai affirme que le fait qu'un enfant ait construit cette opération unissante ne comporte pas nécessairement qu'il ait aussi construit des séquences de nombres. Nous suggérons des situations-tâche pour ces enfants qui pourraient faciliter l'intériorisation du comptage et la construction d'une unité itérable formée par le nombre *un*. Puis nous suggérons des situations dans lesquelles l'enfant peut utiliser la séquence de nombres basée sur l'unité *un* pour construire d'autres unités itérables et les séquences de nombres correspondantes.

Une seconde thèse de notre essai affirme que pour les enfants qui n'ont pas encore construits l'opération unissante le comptage est encore un schème sensorimoteur et doit être coordoné avec des *patterns* spatiales, de droits ou auditoirs. Nous proposons des situations-tâche pour cette coordination. Bien que l'enseignant ne puisse pas *donner* à l'enfant l'opération unissante, il peut tout de même encourager l'enfant vers la construction de cette opération par les tâches que nous avons suggérées ici.

RESUME 5. Vol. 6.2.3.

Notre recherche se situe dans le champ des recherches en didactique portant sur les conditions d'apparition et de modification des conceptions des élèves à propos de l'apprentissage d'un concept mathématique donné, ici le concept de numération en classe de cours élémentaire première année : pour organiser un apprentissage qui permette à l'élève d'élargir le champ de problèmes dans lequel la numération fonctionne, nous nous plaçons dans le cadre de la *Théorie des Situations* développée par G. Brousseau.

La séquence est construite à partir d'un jeu de communication entre les élèves pour savoir « Qui a le plus grand nombre ? ».

L'analyse du processus réalisée en relation avec l'analyse *a priori* de la situation didactique montre :

– L'évolution des stratégies des élèves interprétables comme un changement de niveau de connaissances, évolution obtenue par le jeu des contraintes et des variables de la situation ;

– Le rôle joué par certaines décisions du maître, en particulier celle concernant l'institutionnalisation.

7. 1. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RÉSUMÉ 2. Vol. 7.1.

Dans cette étude, conduite aux CM_1 et CM_2, on s'intéresse aux procédures utilisées par les élèves lors de la résolution de deux problèmes ayant trait à la combinatoire et mettant en jeu un matériel qui relève du domaine de l'électricité. Ces problèmes, isomorphes du point de vue de la structure, diffèrent par la nature des objets à combiner. Nous montrons que, généralement, ils ne sont pas abordés de la même manière au CM_1 alors qu'ils donnent lieu au même type de traitement au CM_2. Les résultats obtenus dans des conditions expérimentales contrastées (élèves travaillant seuls ou par groupe de deux) suggèrent un effet positif de l'interaction sociale, au CM_1, pour l'épreuve qui s'avère la plus difficile à ce niveau.

RÉSUMÉ 3. Vol. 7.1.

L'étude des représentations qui sont au centre du processus de l'acquisition des connaissances suppose à la fois une analyse qualitative détaillée de la démarche construite par l'élève pour résoudre un problème, et une analyse qualitative détaillée de la situation. Celle-ci consiste d'une part à inventorier les concepts en jeu, leur niveau de complexité et les modalités à travers lesquelles ils interviennent, d'autre part à retracer la dynamique fonctionnelle par laquelle l'élève doit pouvoir se construire une procédure de résolution. Dans une situation qui met en jeu le Nombre à titre de composant de la solution, nous essayons de comprendre quelles transformations interviennent sur la connaissance de base utilisée par l'élève, pour devenir connaissance spécifiée sur la situation. Les transformations sont exprimées en termes de changements de significations que revêt une même connaissance au cours de sa spécification ; elles supposent une véritable construction contextuelle et participent à l'acquisition de tout concept.

RESUMÉ 1. Vol. 7.2.

Cet article présente des notions qui permettent une analyse didactique des rapports entre l'enseignement et l'apprentissage d'un certain savoir mathématique, notions exposées plus en détail dans (R. Douady, 1984) :
dialectique outil-objet : c'est un processus cyclique organisant les rôles respectifs de l'enseignant et des élèves, au cours duquel les concepts mathématiques jouent alternativement le rôle d'outil pour résoudre un problème et d'objet prenant place dans la construction d'un savoir organisé.
Jeux de cadres : Le mot « cadre » est à prendre au sens usuel qu'il a quand on parle de cadre algébrique, cadre arithmétique, cadre géométrique... Les *jeux de cadres* sont des changements de cadres provoqués à l'initiative de l'enseignant, à l'occasion de problèmes convenablement choisis, pour faire avancer les phases de recherche et évoluer les conceptions des élèves.
La dialectique outil-objet est créatrice de sens. Les jeux de cadres sont source de déséquilibres ; la rééquilibration participe à l'apprentissage. Les jeux de cadres jouent un rôle moteur dans l'une des phases de la dialectique.
Nous illustrons ces notions par des situations visant à l'extension de la multiplication aux fractions, à l'introduction des nombres décimaux et aussi par une ingénierie didactique (jeux de cibles) au CP (élèves de 6-7 ans).

Vol 7.2. SOMMAIRE / SUMARIO / SUMMARY

RESUMÉ 2. Vol. 7.2.

Ce texte est la première partie d'une étude qui essaie de présenter les fondements et les méthodes de la didactique des mathématiques.

Il s'agit de rassembler un certain nombre de concepts introduits depuis quelques années déjà, et de les organiser de façon à les faire apparaître comme des éléments d'une théorie.

La méthode d'exposition choisie est assez lente car elle fait dépendre l'introduction de chaque concept nouveau de trois problématiques distinctes.

La première est celle de la pertinence. Il s'agit d'abord de décrire un certain type de relations humaines de façon à faire apparaître les concepts de didactique comme des moyens utiles à cette description. Les nouveaux exemples que la communauté des didacticiens accumule depuis dix ans ont permis de « montrer » des phénomènes de didactique ; le vieillissement, les effets du contrat..., mais ces « observations » apparaîtraient comme, soit excessivement banales, soit tout à fait étranges et singulières, si elles n'étaient pas articulées les unes par rapport aux autres jusqu'à donner une véritable méthode d'analyse de tout phénomène d'enseignement.

Cette lecture relève d'une deuxième problématique, celle de l'exhaustivité. Il s'agit de faire en sorte que tous les phénomènes pertinents puissent être pris en considération.

La troisième problématique est celle de la consistance ; c'est peut-être la plus nouvelle car, si les professeurs, dans l'exercice de leur profession, utilisent des concepts pertinents qui tendent à permettre de traiter tous les cas, ils n'assurent pas — ils n'ont pas à assurer — la charge de consistance de ces concepts.

Le chapitre 1 a esquissé les objets des études de Didactique : la description et l'explication des activités liées à la communication des savoirs et les transformations, intentionnelles ou non, des protagonistes de cette communication, ainsi que les transformations du savoir lui-même.

Le chapitre 2 examine quelques phénomènes liés à l'activité d'enseignement (effet « Topaze », effet « Jourdain », glissement métadidactique, usage abusif, de l'analogie, vieillissement des situations). Ce sont les phénomènes qui se produisent lors de l'activité d'enseignement qui déterminent le champ à théoriser et non l'activité elle-même.

Le chapitre 3 étudie alors comment regrouper et hiérarchiser la multitude des conditions à étudier. Il s'agit d'abord de simplifier suffisamment les premières approches pour, d'une part, isoler certaines catégories de faits explicables ensemble de façon à peu près indépendante et d'autre part, permettre la mise en évidence des interactions essentielles et les processus.

Ce texte opère un renversement par rapport à la tendance classique qui consiste à étudier indépendamment les sous-systèmes du système didactique : l'enseigné, l'enseignant, le milieu, relativement à un savoir, puis à tenter de dériver de ces études des comportements éducatifs ou d'apprentissage.

Dans le chapitre 3, c'est le système entier qui est pris d'emblée comme objet d'étude et le découpage se fait en hyposystèmes que nous appelons « situations ». Cette étude permet la mise en lumière, dans le chapitre 4, d'un certain nombre de paradoxes qui constituent, en fait, les pierres de touche de toute théorisation des phénomènes didactiques. Ces paradoxes condamnent l'enseignement à être un processus, une didactique et non pas seulement une interaction de systèmes.

A ce moment, il apparaît deux voies d'études : celles des contraintes externes qui pèsent sur ces processus, celles des contraintes internes. Le chapitre 5 s'engage dans l'étude des contraintes internes : il s'agit de modéliser par des jeux formels ces rapports locaux qui s'établissent entre les protagonistes, puis d'utiliser ces modélisations pour une approche systémique dans laquelle les chaînes d'événements nécessaires sont confrontées aux chaînes d'événements observés.

Bien que probablement la plus discutable, cette voie nous a paru la plus utile actuellement dans la perspective d'une production effective d'ingénierie et de méthodes d'observation.

Le chapitre 6 présente alors les éléments fondamentaux de l'étude des situations : les types de situations a-didactiques (action, formulation, validation).

I.R.E.M. DE BORDEAUX

BIBLIOGRAPHIE

DU GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE

- Publications
- Documents internes
- Méthodologie, moyens d'analyse et d'observation (notamment de traitements informatiques)
- Phénoménotechnique
- Formation par la recherche des formateurs de maîtres (cahiers 1 à 18)
- Ouvrages didactiques pour les P.E.N, les I.D.E.N.
- Productions didactiques pour la formation des maîtres (manuels, films)

Nous reproduisons ci-dessous des extraits de cette bibliographie.

OCTOBRE 1986

Documents internes:

- les compte-rendus d'activité (annuels) du groupe de recherche sur l'enseignement élémentaire
- les rapports sur l'école Jules Michelet.

DERRICK J., FERRAND G., GABINSKI P. :
Etude sur la théorie des automates et son application
(Etudes en didactique des mathématiques)
I.R.E.M de BORDEAUX, 1977

TEULE-SENSACQ P. et VINRICH G.
La résolution des problèmes de division au C.E dans deux types de situations didactiques
(Etudes en didactique des mathématiques)
I.R.E.M de BORDEAUX, 1979

JOUSSON G., PERES J., REMY A. :
Compte rendu des recherches de l'école maternelle Jules Michelet (Etudes en didactique des mathématiques)
I.R.E.M de BORDEAUX, 1980

JOUSSON G., PERES J., REMY A. :
Recherches sur les conditions didactiques de l'apprentissage : la construction d'un code de désignation d'objets dans une classe d'école maternelle
I.R.E.M de BORDEAUX, 1982

BRIAND J. et TEULE-SENSACQ P. :
Compte rendu des activités du groupe de recherche sur l'enseignement élémentaire pour 1982-1983
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

GABINSKI P. :
Compte rendu des activités de l'école élémentaire pour 1982-1983
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

.../...

PERES J. :

Recherches sur une situation didactique visant l'utilisation du nombre à l'école maternelle, 1983

PERES J. :

Utilisation de la théorie des situations didactiques en vue de l'identification des objets et des phénomènes pertinents au cours d'une activité de construction d'un code de désignation à l'école maternelle
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

PERES J. :

Les échecs électifs en mathématiques
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

PERES J., JOUSSON G. :

Compte rendu de recherche à l'école maternelle : "l'analyse d'une activité d'apprentissage à l'école maternelle"
I.R.E.M de BORDEAUX, 1984

PUBLICATIONS

Groupe de recherche sur l'enseignement élémentaire :
Regards sur la numération.
Bulletin de l'APMEP, 1979, n° 321, 755.774.

VINRICH G. Dépendances didactiques
Revue "Mathématiques et Sciences Humaines" n° 57 - 1977

TEULE-SENSACQ P. et VINRICH G.
Résolution de problèmes de division dans deux types de situations didactiques
Educational Studies in mathematics, 1982

PHENOMENOTECHNIQUE ET INGENIERIE DIDACTIQUE

Situations expérimentales d'enseignement à reproduire pour observer certains phénomènes didactiques.

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE :
L'addition au C.P
I.R.E.M de BORDEAUX, 1974

" " " " " " :
La multiplication au C.E
I.R.E.M de BORDEAUX, 1974

" " " " " " :
Enseignement des mathématiques au C.P, leçons et exercices
I.R.E.M de BORDEAUX, 1971

FORMATION PAR LA RECHERCHE DES FORMATEURS DE MAITRES

"L'enseignement élémentaire des mathématiques" 18 numéros.
Les études, documents internes et résultats d'observation du Groupe de recherche sur l'enseignement élémentaire des mathématiques ont été rassemblés périodiquement et diffusés sous la forme d'une revue pour les formateurs de maîtres.

1969 à 1971 du numéro 1 au n° 9
1972 à 1978 du numéro 10 au n° 18.

OUVRAGES DIDACTIQUES POUR LA FORMATION DES FORMATEURS (P.E.N, I.D.E.N)

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE :
Compte rendu du stage des IDEN
I.R.E.M de BORDEAUX, 1973

" " " " " " :
Compte rendu du stage d'Artigues de juin 1973
I.R.E.M de BORDEAUX, 1973

POUR LA FORMATION DES MAITRES : (manuels, ouvrages didactiques, films, aides pédagogiques)

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE :

Enseignement de la mathématique au C.P
I.R.E.M de BORDEAUX, 1969

" " " " " " :

Enseignement de la mathématique au C.E 1
I.R.E.M de BORDEAUX, 1969

BROUSSEAU G. :

Les 30 leçons du C.P au C.M
I.R.E.M de BORDEAUX, 1970

VINRICH G. :

Enseignement des mathématiques au C.E 2
I.R.E.M de BORDEAUX, t1, 1969, t2, 1971

BROUSSEAU G. :

Documents pour la formation des maitres
I.R.E.M de BORDEAUX, 1970

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE :

L'enseignement des mathématiques au C.M
I.R.E.M de BORDEAUX, 1975

BANNE R. et FAUCON E. :

Clubs mathématiques
I.R.E.M de BORDEAUX, 1977

DERAMECOURT G., FAUCON E., MARTIN F. :

Maths C.P
I.R.E.M de BORDEAUX, t1 : programmes et aides pédagogiques,1977
t2, 1980

MARTIN F. :

Ateliers mathématiques
I.R.E.M de BORDEAUX, 1981

DERAMECOURT G., MARTIN F., OLEJNITZCHACK E. :

Maths C.P Programme 1977
I.R.E.M de BORDEAUX, 1984

" " " " " " " :

Compte rendu des recherches sur la formation des maitres à l'aide de moyens audio-visuels
I.R.E.M de BORDEAUX, 1974

" " " " " " " :

Comptes rendus des stages IDEN de novembre 1974 et février 1975.
I.R.E.M de BORDEAUX, 1975

" " " " " " " :

Compte rendu du colloque sur l'analyse de la didactique
I.R.E.M de BORDEAUX, t1, 1975, t2, 1976

" " " " " " " :

Compte rendu de la rencontre C.I.E.A.E.M d'août 1974 à Bordeaux sur l'Enseignement des probabilités et des statistiques,
I.R.E.M de BORDEAUX, 1974

" " " " " " " :

Compte rendu du stage des IDEN de 1977
I.R.E.M de BORDEAUX, 1977

" " " " " " " :

Compte rendu des travaux sur la numération au C.P et au C.M
I.R.E.M de BORDEAUX, 1977

" " " " " " " :

Compte rendu du 8ème Colloque des Professeurs d'Ecole Normale
I.R.E.M de BORDEAUX, 1980

" " " " " " " :

Séminaire IDEN 1981
I.R.E.M de BORDEAUX, 1981

.../...

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE ET MAITRES DE L'ECOLE JULES MICHELET :

Etudes en didactique des mathématiques. Compte rendu des recherches à l'école maternelle Jules Michelet, le jeu "où habite-t-il ?" avec des enfants de 3 ou 4 ans.
I.R.E.M de BORDEAUX, 1984

" " " " " " " :

Compte rendu des recherches à l'école maternelle Jules Michelet classe 1. Le jeu "qu'est-ce qui est caché dans les boîtes de couleur ?"
I.R.E.M de BORDEAUX, 1985.

MARTIN F. :

Ateliers mathématiques - Cahier A / Cahier B pour l'élève
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

DERAMECOURT G. MARTIN F. :

Ateliers mathématiques, livre pour le maître
I.R.E.M de BORDEAUX, 1983

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE ET MAITRES DE L'ECOLE JULES MICHELET :

Document pour les enseignants : la multiplication.
I.R.E.M de BORDEAUX, 1985

" " " " " " :

Document pour les enseignants : la division
I.R.E.M de BORDEAUX, 1985

" " " " " " :

Document pour les enseignants : construction et utilisation d'un code de désignation d'objets à l'école maternelle
I.R.E.M de BORDEAUX, 1985

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT ELEMENTAIRE, MAITRES DE L'ECOLE MATERNELLE JULES MICHELET et I.D.E.M :

Recherche didactique et épistémologique sur l'utilisation de la tortue logo dans une grande section maternelle
I.R.E.M de BORDEAUX, 1986

BROUSSEAU N. et BROUSSEAU G. :

Documents pour les enseignants : les décimaux
I.R.E.M de BORDEAUX, 1985

MARTIN F., BROUSSEAU G. :

La soustraction au C.E$_1$
I.R.E.M de BORDEAUX, 1986

GAIRIN CALVO S. :

Elaboration de logiciels pour l'école élémentaire
I.R.E.M de BORDEAUX 1986

MEMOIRES DE D.E.A.

Mémoires soutenus en Novembre 1976

1. SALIN Marie-Hélène :

Le rôle de l'erreur dans l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire"

2. TEULE-SENSACQ Pierre :

Etude expérimentaike des facteurs discriminants et de la détermination des objectifs.

3. VINRICH Gérard :

Dépendances didactiques

4. DERAMECOURT Gérard :

La multiplication au C.E (travail antérieur)

Mémoires soutenus en Novembre 1977

5. DARCHE Michel

Pédagogie par objectifs

6. BESSOT Annie et RICHARD Françoise

Etude du schéma dans l'enseignement des mathématiques

7. RATSIMBA-RAJOHN Harrisson

Etude didactique de l'introduction ostensive des objets mathématiques

8. IZORCHE Marie-Laure

Les réels en classe de seconde.

Mémoires soutenus en Novembre 1978

9. FRANCHI-ZANNETTECCI Marie-Pierre

La construction de séquences d'activités d'enseignement en mathématiques

10. MERCIER Alain

Etude des notions "opérateurs" machines

.../...

11. EL BOUAZZAOUI Habiba
Etude sur la numération au C.P

12. COQUIN Danielle
Algorithmes et sous-algorithmes

13. DAUBET Michel
Formation des maîtres à l'école élémentaire en enseignement des mathématiques avec l'aide de moyens audio-visuels.

14. MAUDET Camille
Etude et critique du processus psycho-dynamique selon DIENES

15. SCHNEIDER Odile (Direction : Yves CHEVALLARD)
Le passage des équations numériques aux équations paramétriques en classe de seconde.

16. TONNELLE Jacques (Direction : Yves CHEVALLARD)
Le monde clos de la factorisation au 1er cycle.

<u>Mémoires soutenus en Juin 1980</u>

17. DIGNEAU Jean-Marie
Création d'un code à l'école maternelle, étude d'un saut informationnel

18. KONE Fulgence
Analyse de situations didactiques à l'aide de la théorie des jeux.

19. MILHAUD Nadine
Le comportement des maîtres face aux erreurs des élèves.

20. SADEGHI Ebrahim
Etude des implications entre objectifs à propos des entiers relatifs dans le premier cycle.

<u>Mémoire soutenu en novembre 1980</u>

21. PASCAL Denise (Direction : Yves CHEVALLARD)
La notion de zéro.

.../...

<u>Mémoire soutenu en juin 1981 (D.E.S)</u>

22. MOPONDI BENDEKO
Le décimal mesure, le décimal opérateur au C.M$_2$.

<u>Mémoires soutenus en juin 1982 (D.E.A)</u>

23. DUROUX Alain
La valeur absolue, difficultés majeures pour une notion mineure

24. KATEMBERA Imane
Etude théorique d'une situation didactique. Le jeu "le compte est bon collectif" pour la mise en oeuvre d'un algorithme de la division.

<u>Mémoire soutenu en octobre 1982</u>

25. BAUTIER Thierry
Recherches sur la perspective.

<u>Mémoires soutenus en octobre 1983</u>

26. BISSON Denis
Du hasard aux probabilités. Quel enseignement des probabilités ?

27. BERTHELOT René et BERTHELOT Christiane
La notion de limite en classe de seconde

28. BOUHIMA Abderaman
Statut et fonction de l'erreur dans l'enseignement des mathématiques

29. DE VILLEGAS Blanca
Les situations et les processus dans l'apprentissage des nombres

.../...

Mémoires soutenus en octobre 1985

30. MARGOLINAS Claire

Un bilan des connaissances sur les nombres après la classe de 4ème, le nombre dans tous ses états.

31. BRIAND Joël

Situation didactique et logiciel d'enseignement

Mémoire soutenu en octobre 1986

32. ORUS BAGUENA Pilar

L'enseignement des méthodes de classification

THESES DE 3ème CYCLE

THESE soutenue en novembre 1979

1. BESSOT Annie et RICHARD Françoise

Commande de variables dans une situation didactique pour provoquer l'élargissement de procédures en vue d'étudier le rôle du schéma

THESE soutenue en juin 1981

2. RATSIMBA-RAJOHN Harrisson

Etude de deux méthodes de mesures rationnelles : la commensuration et le fractionnement de l'unité en vue de l'élaboration de situations didactiques

THESE soutenue en juin 1982

3. MAUOET Camille

Les situations et les processus de l'apprentissage d'une fonction logique

THESES soutenues en octobre 1982

4. EL BOUAZZAOUI Habiba

Etude de situations scolaires des premiers enseignements du nombre et de la numération

5. COQUIN Danielle

Etude sur la complexité des tâches didactiques

THESES soutenues en novembre 1985

6. KATEMBERA Imana

Rôle de la grandeur des nombres dans la résolution des situations de soustraction au C.E.

7. MOPONDI BENDEKO

Le rôle de l'institutionnalisation dans l'algorithme de la proportionnalité

THESES soutenues en octobre 1986

8. DAUBET Michel

L'organisation de l'espace proche en section des grands de l'école maternelle à partir du pilotage des déplacements d'un robot en langage Logo

10. QUEVEDO DE VILLEGAS Blanca

Le rôle de l'énumération dans l'apprentissage du dénombrement

THESE D'ETAT

THESE D'ETAT soutenue en décembre 1986

BROUSSEAU Guy

Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques

COURS DE 3ème CYCLE DE DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES

PERES Jacques

Cours d'épistémologie génétique

"La théorie piagétienne de l'équilibration"

GABINSKI Patricia

Etude de situations d'appropriation du concept de récurrence : état de travaux menés antérieurement à propos d'une de ces situations. Le jeu des tours d'Hanoï

LES CAHIERS DE DIDACTIQUE IREM PARIS 7

N°	Titre	Auteur(s)	Prix	Avec Port
1	De l'ingénierie didactique	J. Robinet	2F	6F
2	Quelques éléments de théorie piagétienne et... didactique des Mathématiques	J. Rogalski	5F	9F
3	Rapport enseignement apprentissage : Dialectique outil-objet, jeux de cadre	R. Douady	5F	9F
5	Quelques concepts, quelques généralités et quelques références	Collectif	2F	6F
6	De la didactique des Mathématiques à l'heure actuelle	R. Douady	5F	9F
7	Acquisition des premiers concepts de l'analyse sur R dans une section ordinaire de première année de DEUG	F. Doschet, A. Robert	14F	21F
8	Modélisation et reproductibilité en didactique des Mathématiques	M. Artigue	8F	12F
9	Histoire de la convergence uniforme	J. Robinet	4F	8F
10	Des Analystes avant l'analyse	M.C Bour	6F	10F
12	A propos de l'acquisition de la bidimensionnalité chez les élèves d'âge préscolaire et scolaire	J. Rogalski	9F	16F
13	Enseignement et acquisition de la bidimensionnalité (Analyse des effets macroscopiques de l'enseignement)	J. Rogalski	5F	9F
15	Analyse non standard et enseignement	M. Artigue, V. Gautheron, E. Isambert	15F	22F
16	Typologie de logiciels pouvant impliquer des activités mathématiques à l'école élémentaire : quelques résultats	F. Tréhard	7F	11F
17	Une intervention en didactique des Mathématiques à des élèves instituteurs en 3ème année d'école normale (FP3)	A. Robert	10F	17F
18	Rapports enseignement/Apprentissage (débuts de l'analyse sur R)			
	Fascicule 0 : connaissance des élèves sur les débuts de l'analyse sur R à la fin des études scientifiques secondaires françaises	A. Robert	3F	6F
	Fascicule 1 : Analyse d'une section de DEUG A première année (les connaissances antérieures et l'apprentissage)	A. Robert	8F	12F
	Fascicule 2 : Analyse d'une section de DEUG A première année (connaissances antérieures et procédures en cours d'apprentissage)	C. Houard, M. Quatreville	4F	8F
	Fascicule 3 : Les limites de l'évaluation : - la section témoin - heurs et malheurs de la section expérimentale	A. Robert	5F	9F
19	Introduction de la multiplication à l'école primaire : histoire, analyses didactiques, manuels actuels	D. Butlen	21F	31F
20	A propos de l'enseignement de la proportionnalité	M. Pezard	3F	7F
21	Les réels : Quels modèles en ont les élèves ?	J. Robinet	10F	16F
22	Une séquence d'enseignement sur l'intégrale en DEUG A première année	D. Grenier, M. Legrand, F. Richard	18F	28F
23	Comment faire du neuf avec du vieux ? Tracés de courbes en Logo	P. Jarraud	6F	9F

N°	Titre	Auteur(s)		
	Supplément au n° 23 : Comment faire du neuf avec du vieux ? Tracés de courbes en Logo II	P. Jarraud	3F	6F
24	Représentation des fractions et des nombres décimaux chez des élèves de CM2 et du collège	M.J Perrin	11F	18F
25_1	Utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage d'un algorithme de calcul des produits Compte-rendu de l'expérimentation	D. Butlen, C.Lethielleux	3F	6F
25_2	Utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage d'un algorithme de calcul des produits Compte-rendu de l'expérimentation	D. Butlen, C. Lethielleux	12F	19F
26	L'histoire de l'enseignement des Mathématique comme sujet de recherches en didactique des Mathématiques	G. Schubring	7F	11F
27	Basic, Riemann, Darboux Illustration de l'intégrale sur un micro-ordinateur	P. Jarraud	4F	8F
28	Didactique dans l'enseignement supérieur : une démarche	A. Robert	8F	12F
29	Esquisse d'une genèse des notions d'algèbre linéaire enseignées en DEUG	J. Robinet	18F	28F
30	Sur l'analyse des traités d'analyse : les fondements du calcul différentiel dans les traités français, 1870-1914	M. Zerner	5F	9F
31	Etude comparative de diverses productions d'étudiants de première année de DEUG scientifique selon les séries de baccalauréat d'origine	H. Authier		
	Annexe sur la méthode graphique	M. Cantacuzene	16F	22F
32	Un essai d'expérience didactique : L'enseignement des Mathématiques à l'école expérimentale de Bonneuil S/Marne	I. Bloch	10F	16F

N°	Titre	Auteur(s)		
33	Travail en classe en petits groupes - Première approche Introduction de Mme N. LEORAT	N. BARON	28F	38F
34	Quelques reflexions sur l'utilisation des jeux en classe de mathématique	J. ROBINET	2F50	6F
35	Travaux dirigés de mathématiques sur micro-ordinateurs en DEUG SSM	C. LAURENT, P. JARRAUD	16F	23F
	+ disquette		4F	
	Cahier + disquette		20F	37F
36	Eléments de bibliographie sur la relation entre origine sociale et réussite ou echec scolaires	M.J PERRIN GLORIAN	12F	19F
37	Un processus d'apprentissage du concept d'aire de surface plane	R. DOUADY, M.J PERRIN GLORIAN	10F	16F
38	Enseigner des méthodes	A. ROBERT, J. ROGALSKI, R. SAMURCAY	6F	9F
39	Dévolution d'un problème et construction d'une conjecture Le cas de "La somme des angles d'un triangle	N. BALACHEFF	7F	11F
40	Travail en petits groupes en Terminale C	M.C MARILIER, A. ROBERT, I. TENAUD	15F	21F
41	Apprendre des Mathématiques et comment apprendre des mathématiques : Premiers éléments pour une étude des représentations des élèves de l'enseignement post-obligatoire de l'accès au savoir mathématique	E. BAUTIER, A. ROBERT	10F	16F
42	Représentations de l'enseignement des mathématiques (un exemple : l'organisation de la classe de seconde)	M. LEORAT, A. MOUSSA	16F	22F

43 Acquisition de savoirs et de savoir-faire en informatique.......... J. ROGALSKI 5F 9F

44 Recherche d'une démarche d'enseignement en mathématiques, au C.N.A.M.......... J.P DROUHARD Y. PAQUELIER 8F 12F

BROCHURES INTER-I.R.E.M

N° 2 : Technologie et Mathématiques en F.......... 35F 45F

N° 3 : Quelles activités pour quel apprentissage.......... 35F 45F

Actes du colloque Inter-IREM Histoire et épistemologie des mathématiques.......... 30F 45F

Actes des 12ème et 13ème Colloques Inter-IREM des PEN de Mathématiques.......... 42F 52F

IVème Ecole d'été de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique
30 - 5 juillet 1986, Orléans
Recueil des textes et comptes rendus.......... 50F 60F

THESES

Aline Robert :
L'acquisition de la notion de convergence des suites numériques dans l'enseignement supérieur.
Divers articles de Mathématiques.......... 101F 121F

Jacqueline Robinet :
Ingénierie didactique de l'élémentaire au supérieur.......... 63F 77F

Michèle Artigue :
Contribution à l'étude de la reproductibilité des situations didactiques.......... 60F 74F
(en réd.) 33F 43F

Régine Douady :
Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des Mathématiques
- Une réalisation dans tout le cursus primaire.......... 111F 131F

Denis Butlen :
Apport de l'ordinateur à l'apprentissage des écritures multiplicatives au cours élémentaire.......... 28F 38F

Farasoloiaiao Rakotovoavy :
Difficultés linguistiques et pédagogiques soulevées par l'emploi dans les textes Mathématiques de certains adjectifs marqueurs de variance.......... 36F 46F

Monique Pezard :
Une expérience d'enseignement de la proportionnalité aux élèves instituteurs.......... 39F 49F

Claudine Gautier :
Etude de quelques pratiques d'élèves autour de l'emploi de "suites d'opérations".......... 31F 41F

D. Djament :
Une expérience d'enseignement des Mathématiques dans un cours préparatoire d'une zone d'éducation prioritaire.......... 51F 61F

Jean-François Favrat :
Une expérience sur l'enseignement des surfaces à l'école élémentaire.......... 80F 94F

Françoise Tréhard :
Logiciels pouvant impliquer des activités mathématiques à l'école élémentaire : typologie et enjeux didactiques.......... 50F 57F

CAHIERS DU SEMINAIRE DE DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE

GRENOBLE

N°1 décembre 1978
Une utilisation et une étude de la classification proposée par A.W. BELL pour l'étude des preuves formulées par des élèves.
N. Balacheff.

N°2 mars 1979
Un enseignant mathématicien lit PIAGET.
J. Kuntzmann.

N°3 janvier-février 1979
A propos du document de F. JAULIN-MANNONI
«Recherches sur les fondements d'une pédagogie authentique»
C. Comiti - C. Laborde.

N°4 avril 1979
Modes de résolution de problème au C.M. Travaux de GILLIS et VAUDRAY.
H. Neyret (professeur à l'Ecole normale de Grenoble).

N°5 octobre 1979
Quelques réflexions et interrogations sur notre pratique des examens dans l'enseignement supérieur.
P. Jullien.

N°6 novembre 1979
Un enseignant mathématicien lit PIAGET.
II - Apport de la mathématique à PIAGET.
J. Kuntzmann.

N°7 décembre 1979
Quelques aspects du sens donné à l'explication en mathématique par des élèves de 10 11 ans, (analyse didactique à propos d'un problème combinatoire).
N. Balacheff.

N°8 février 1980
Interférence des modèles spontanés dans l'apprentissage de la notion de limite.
B. Cornu.

N°9 mars 1980
Problèmes posés par la construction du nombre naturel chez les enfants de 6 à 7 ans.
C. Comiti - C. Pariselle.

N°10 mars 1980
Utilisation d'un matériel permettant de représenter et simuler des algorithmes.
I. Schwank (Université d'Osnabrück, RFA).

N°11 mai 1980
Un logiciel de macro enseignement assisté par ordinateur.
J.C. Oriol (détaché à la formation en micro informatique des enseignants du second degré).

N°12 septembre 1979
The mathematical textbook for young students.
S. Turnau (Ecole Supérieure de Pédagogie, Krakow, Pologne).

N°13 mai 1980
Analyse d'une situation didactique en vue de dégager certains rôles des schémas.
A. Bessot (I.R.E.M. de Grenoble) - F. Richard (Université St. Charles, Marseille).

N°14 juin 1980
Procédures combinatoires et pensée naturelle chez l'enfant de 10-11 ans.
P. Mendelsohn (Labo. de Psychologie expérimentale, Grenoble).

N°15 octobre 1980
Classes collectives et classes logiques dans la pensée naturelle.
S. Carbonnel (Labo. de Psychologie expérimentale, Grenoble).

N°16 novembre 1980
Un mathématicien lit Piaget III : la logique au niveau III.
J. Kuntzmann.

N°17 décembre 1980
Une activité de communication en géométrie.
M. Guillerault & C. Laborde.

N°18 janvier 1981
L'interprétation des graphiques cartésiens complexes représentant des situations. (compte rendu sur la thèse de C. Janvier).
R. Guillermard (Ecole Normale de Nice).

N°19 février 1981
Processus de recherche de problèmes portant sur la similitude, chez l'élève de l'enseignement secondaire.
G. Audibert (I.R.E.M. de Montpellier).

N°20 mars 1981
Recherches sur l'activité de codage d'opérations additives en situation d'interaction et de communication.
J. Brun (Université de Genève).

N°21 mars 1981
The development of the concept of proof in mathematical textbooks.
Dr. M. Stein (Université de Münster).

N°22 mars 1981
Analyse d'une séquence de leçons sur la mesure des longueurs en CE1.
A. Bessot & M. Eberhard.

N°23 avril 1981
Etude d'un style cognitif : la dépendance-indépendance à l'égard du champ.
J.F. Bonneville.

N°24 avril 1981
Un mathématicien lit Piaget IV, la notion de classe de 4 à 12 ans.
J. Kuntzmann.

N°25 mai 1981
Le rôle du langage et des erreurs vu sous l'angle des graphiques cartésiens.
C. Janvier (Université du Québec à Montréal).

N°26 juin 1981
Grandes lignes de l'évolution historique de la notion de limite.
B. Cornu (Labo. Mathématiques Pures).

N°27 octobre 1981
V - Un mathématicien lit Piaget
Réflexions sur la nature des stades piagétiens et sur les méthodes utilisées pour les obtenir.
J. Kuntzmann (Laboratoire IMAG, Grenoble)

N°28 novembre 1981
Une expérimentation de coordination de l'enseignement des mathématiques et de la physique en DEUG SSM
M. Artigue (Université Paris VII)

N°29 décembre 1981
Représentation spontanée de la notion de limite chez des élèves polonais.
A. Sierpinska (Institut de Mathématiques, Varsovie)

N°30 décembre 1982
Traitement d'informations mathématiques dans une transmission orale chez des élèves de 5ème et de 4ème.
J. Kubler (Université de Strasbourg)

N°31 janvier 1982
Contribution du travail en petits groupes à l'apprentissage en mathématiques des élèves de 1ème.
R. Plety (Collège de Lagny)

N°32 février 1982
Pourquoi la transposition didactique ?
Y. Chevallard (IREM d'Aix-Marseille, Faculté des Sciences de Luminy)

N°33 mars 1982
L'étude des échanges verbaux en classe de mathématiques
B. Bouchard (Centre de Didactique du Français, Grenoble, Université III)

N° 34 mai 1982
Quelques obstacles à l'apprentissage de la notion de limite.
B. Cornu (laboratoire de mathématiques pures, Université de Grenoble I)

N° 35 mai 1982
Documents autocorrectifs en mathémathiques : Quelques contraintes d'élaboration et effets didactiques.
J.C. Regnier (Université de Strasbourg)

N° 36 Juin 1982
Relations spatiales et coordination des points de vue chez l'enfant de 7 à 11 ans.
R. Sanurray-Santucci (Centre d'Etude des processus cognitifs et du langage EHESS-CNRS, Paris)

N° 37 octobre 1982
Etude des procédures utilisées par des enfants âgés de 5 à 9 ans dans l'induction d'une loi de succession.
J.F. Bonneville

N° 38 novembre 1982
Evaluation formative des niveaux de maîtrise des concepts de proportion et de pourcentage.
M. Tshinkenke Mbangu (U.E.R. de Psychologie et des sciences de l'éducation, Grenoble)

N° 39 décembre 1982
Point de vue sur les infiniments petits au XVIIIème siècle.
C. Houzel (Université de Paris-Nord)

N° 40 février 1983
Informatique et didactique à propos de Logo.
R. Rouchier (Université d'Orléans)

N° 41 mars 1983
Problèmes additifs : le lien sémantique entre problèmes verbaux et procédures de solution.
J. Moser (Université de Wisconsin)

N° 42 mars 1983
Le rôle de l'apprentissage par analogie en mathématiques.
L. Resnick (Université de Pittsburgh)

N° 43 avril 1983
Etude algébrique et géométrique d'épreuves piagétiennes multiples.
J. Kuntzmann

N° 44 mai 1983
The process of mathematization and the social dimension of mathematics. Epistemological and didactical.
H.G. Steiner (I.D.M. Bielefeld)

N° 45 mai 1983
Etudes de questions d'enseignement. Un exemple : la géométrie.
G. Brousseau (Université de Bordeaux)

N° 46 mai 1983
Problèmes posés par un test de communication en géométrie.
E. Gallo (Institut de géométrie, Turin)

N° 47 juin 1983
Analyse didactique de l'apprentissage en éducation physique et sportive.
J. Devaluez (U.E.R.E.P.S., Grenoble I)

N° 48 octobre 1983
Peut-on résoudre un problème que l'on n'a pas appris à résoudre ?
J.L. Porcheron, J.C. Guillaume (INRP, Paris)

N° 49 décembre 1983
Etude d'épreuves piagétiennes multiples II : prise en compte des âges et des effectifs.
J. Kuntzmann

N° 50 décembre 1983
Enseignement de l'informatique en seconde : une expérience.
J. Rogalski (CNRS-EHESS, Paris)

N° 51 décembre 1983
Etude des structures additives en relation avec la suite numérique chez des enfants d'âge pré-scolaire.
M.P. Chichignoud (CNRS-EHSS, Paris)

N° 52 janvier 1984
La quantification des probabilités : approche expérimentale concernant les élèves de classe de seconde.
S. Maury (Université de Montpellier)

N° 53 février 1984
Une application en milieu scolaire d'une recherche sur la numération.
N. Bednarz (C.I.R.A.D.E. Université du Québec à Montréal)

N° 54 avril 1984
Children's mathematical procedures.
L. Booth (Chelsea College, Londres)

N° 55 avril 1984
L'introduction du débat scientifique à l'intérieur du cours pour provoquer chez les étudiants un processus de découverte et de preuve.
D. Grenier, M. Legrand, F. Richard

N° 56 mai 1984
Réflexions préalables à une étude des obstacles.
G. Glaeser (Université de Strasbourg)

N° 57 mai 1984
Etude différentielle des procédures dans des épreuves de quantification des probabilités.
J.L. Roulin (Labo. de psychologie expérimentale, Grenoble)

N° 58 juin 1984
Problèmes cognitifs posés par la compréhension de programmes Logo chez des élèves de CM2.
P. Mendelsohn (Labo. de psychologie expérimentale, Grenoble)

N° 59 juin 1984
Analyse des procédures de résolution dans une tâche nécessitant la mise en place d'une itération par des élèves de 11 à 15 ans.
D. Mejias

N° 60 octobre 1984
L'apport des recherches en histoire de l'enseignement des mathématiques à la didactique des mathématiques
G. Schubring (IDM Bielefeld, RFA)

N° 61 novembre 1984
Thèses récentes sur l'origine de la démonstration chez les Grecs
G. Arsac (Université de Lyon I)

N° 62 décembre 1984
Réflexions et suggestions sur l'enseignement mathématique et la recherche en didactique
J. Kuntzmann

N° 63 janvier 1985
Conception des élèves de collège à propos de la symétrie orthogonale
D. Grenier

N° 64 février 1985
Symétrie orthogonale et angles
E. Gallou

N° 65 mars 1985
Essai pour un système achevé et conséquent des mathématiques par Martin Ohm (1822)
B. Bekemeier

N° 66 avril 1985
La représentation des objets de l'espace et la notion de parallèles chez l'enfant
M. Mitchelmore (Université West Indies, Jamaica)

N° 67 mai 1985
Le comptage et l'aspect cardinal des nombres naturels chez des enfants allemands au début de l'enseignement obligatoire
S. Schmidt (Université de Köln)

Adresser les commandes à N. BALACHEFF
Laboratoire L.S.D. Institut IMAG. BP68
38402 SAINT MARTIN D'HERES CEDEX

GROUPE B2

EVALUATION EN FORMATION INITIALE

Animation : Jeanne BOLON
Rapport : Jeanne BOLON

Deux directions de travail ont été adoptées :
- illustrer quelques suggestions figurant dans la synthèse des séminaires inter-académiques de mathématiques rédigée par les Inspecteurs Généraux FAUVERGUE et CORRIEU, à propos des épreuves terminales (M. COURRIERE, G. CASTELLANI),

- enrichir les critères d'évaluation en cours de formation en ce qui concerne les aspects professionnels (J. BOLON).

Que ce soit de manière terminale ou en cours de formation, nous pensons évaluer correctement les capacités des normaliens en mathématiques. En revanche, les exemples fournis au cours du Colloque montrent que les critères didactiques ou plus largement professionnels sont très variables d'une école normale à l'autre. Nous n'avons pas eu le temps à Angers de classer, trier, hiérarchiser... et nous souhaitons que les matériaux rassemblés servent de point de départ à un groupe de travail semblable au colloque suivant.

PARTIE A: L'EVALUATION TERMINALE

1. Le cadre institutionnel

Dans leur synthèse des séminaires inter-académiques de mathématiques (12 janvier 1987), les Inspecteurs Généraux FAUVERGUE et CORRIEU ont proposé un cadre pour l'épreuve terminale.

L'EPREUVE TERMINALE

L'épreuve terminale ne touchera qu'une partie des élèves-instituteurs et elle ne devrait être qu'une confirmation de ce qui aura été constaté en contrôle continu. Elle pourrait consister en un travail écrit d'une durée de trois heures. Sans renoncer à vérifier des connaissances mathématiques, cette épreuve devrait revêtir un aspect nettement professionnel ; elle pourrait proposer :

. une comparaison d'approches d'une même notion dans divers manuels;

. la sélection et l'organisation de documents pour la préparation d'une séquence, dont les objectifs ont été fixés;

. l'analyse de productions d'enfants (erreurs, procédures...);

. la résolution d'un problème, sa mise à la portée des enfants, son exploitation dans le cadre d'un processus d'apprentissage;

. La critique d'un document pédagogique.

Rappelons que l'ensemble de l'évaluation terminale est régi par l'arrêté du 20 mai 1986, paru au journal officiel du 28 mai 1986. L'épreuve terminale de mathématiques fait l'objet d'un tirage au sort; elle a pour coëfficient 2 (pour un total de 17 pour le seul contrôle terminal). Le module de mathématiques , quant à lui, fait l'objet d'une évaluation qui a pour coëfficient 2 (pour un total de 17 pour le seul contrôle continu).

2. **Quelques modifications de formulations** concernant les propositions des Inspecteurs Généraux.

Après débat , il nous a semblé plus clair (mais sera-ce l'avis du lecteur ?) de formuler les 5 rubriques des Inspecteurs Généraux comme suit :

. comparaison d'approches d'une même notion dans divers manuels et autres documents pédagogiques (livre du maître, revue pédagogique...)

. sélection et organisation de documents pour la préparation d'une séquence dont les objectifs ont été fixés (*sans changement*),

. analyse de productions d'enfants (erreurs, procédures...) situées dans leur contexte et propositions d'exploitation qui en découlent (l'énoncé indiquerait s'il s'agit d'une amorce..., d'une suite..., d'un entraînement..., qui s'est déroulé en travail individuel ou en petits groupes, avec les consignes...)

. traitement d'une situation- problème (*ce point a été fortement débattu: il semble indispensable de vérifier que les candidats savent résoudre un problème de CM2 ou sixième, également qu'ils sachent adapter la situation à un niveau scolaire donné*).

. critique d'un document pédagogique (*ce point n'a pas été étudié*).

3. Des propositions d'unité entre les différents jurys

Demander aux candidats de se munir pour l'épreuve des textes suivants :
- instructions officielles pour l'école élémentaire, l'école maternelle, le collège (sixième et cinquième),
- fiche d'accompagnement *géométrie* et celles à paraître sur le *numérique* et les *problèmes*

Les questions devraient figurer en tête des documents remis aux candidats, pour faciliter l'entrée dans les textes.

La formulation des questions d'ordre pédagogique ou didactique ne devrait pas induire de réponses : c'est aux candidats de réinvestir les éléments d'analyse qu'ils auront recueillis à la lecture des documents.

Le temps de lecture de l'ensemble du texte ne devrait pas être trop long : 30 à 40 minutes paraîtraient raisonnables. (Il est apparu au sous-groupe de travail qu'on ne pouvait se contenter d'indications en nombre de lignes, de mots, ou de caractère, certains textes étant plus "denses" que d'autres. Nous employons le mot "lecture" au sens compréhension du texte à lire...).

En ce qui concerne la forme même de l'épreuve, le sous-groupe s'est largement inspiré de propositions de l'Académie de Versailles .

Les candidats auraient à traiter deux sujets:
- ils se rapporteraient à deux rubriques différentes de la liste proposée par les Inspecteurs Généraux,
- l'un porterait sur des thèmes du début de la scolarité (jusqu'au CE1) , l'autre sur la fin (du CE2 à la sixième comprise),
- l'un porterait sur le numérique, l'autre sur la géométrie et/ou les mesures.

4 . Des lacunes à combler

Si la nature de l'épreuve a fait l'objet d'une réflexion importante, le temps a manqué pour illustrer chacune des rubriques par des exemples qui permettraient de vérifier leur "faisabilité" et leur pertinence par rapport aux objectifs fixés pour l'évaluation.

Mais il ne s'agit pas seulement d'enrichir la liste d'épreuves possibles. L'évaluation terminale, passant d'interne à externe, modifie les obligations des enseignants vis-à-vis des normaliens : qui garantit à ces derniers que le correcteur utilisera des critères comparables à ceux utilisés tout au long de la formation ? La richesse et la diversité des pratiques risquent d' être alors perçues comme des inconvénients majeurs si les critères d'évaluation terminaux ne sont pas débattus puis rendus publics.

PARTIE B : L'EVALUATION EN COURS DE FORMATION

Nous avons écarté l'analyse de l'évaluation des compétences mathématiques, les normes étant assez stables à ce sujet. En revanche, nous nous sentons tous relativement démunis pour établir des critères hiérarchisés d'évaluation formative en matière professionnelle.

1. Circonstances d'évaluation formative

Nous avons relevé les possibilités suivantes :

. visites de normaliens dans le cadre de leurs stages (tutelle ou responsabilité),

. élaboration, mise en oeuvre et évaluation de séquences conduites en classe,

. reconstitution d'un déroulement à partir d'un livre du maître mis en pièces détachées...

. laboratoire d'essai pédagogique (soutien de la vidéo),

. analyse de séquence filmée (avec documents annexes : préparation, travaux d'enfants...),

. analyse a priori d'une situation proposable à des élèves : détermination des stratégies possibles, des connaissances visées, des variables didactiques de la situation.

Certains d'entre nous font explicitement figurer dans l'évaluation formative à caractère professionnel des capacités d'ordre méthodologique. Voici ce que propose, dans ce sens, Colette DUBOIS (professeur à l'école normale de Livry-Gargan):

- possibilité de mener à bien un travail d'équipe, au niveau du groupe de normaliens, pour la préparation et la mise en oeuvre d'une analyse de séquence pédagogique ,

Au cours de la semaine "maternelle", les normaliens, par groupes de 4 ou 5, ont eu à approfondir un point particulier qui a fait l'objet d'un document écrit remis à l'ensemble .

Les normaliens vont par groupes de 2 ou 3 dans une classe pour étudier un point méthodologique précis avec les CPEN (la résolution de problèmes, le rôle de l'erreur dans l'apprentissage) dont ils rendent compte ensuite.

- capacité de lire d'analyser, de communiquer les idées d'un texte (pédagogique, psychologique, mathématique...),

Cinq normaliens présentent un livre, chacun ayant eu une partie à étudier plus particulièrement.

- capacité d'énoncer des questions , de formuler ses besoins en formation, à propos d'un stage ou d'un travail fait à l'école normale.

Les normaliens, après un stage, doivent rédiger un rapport sur un point précis qu'ils choisissent. Cela rebondit sur des questions qui sont traitées avec l'ensemble du groupe.

2. Recherche de critères d'évaluation

Nous avons buté sur la difficulté de définir des critères d'évaluation communicables aux élèves-maîtres.

Deux problèmes apparaissent souvent intriqués:

- quel est le corps de connaissances didactiques suffisamment cohérent et explicite que nous sommes en mesure de proposer aux normaliens et qui nous permette de justifier la pertinence de nos appréciations ?
- quels savoirs faire émerger indépendamment des modèles d'apprentissage implicites ?

· Il nous arrive, en effet, d'avoir à évaluer un travail pédagogique guidé selon des conceptions d'apprentissage que nous ne partageons pas (imitation, monstration...): comment faire sentir que, malgre ce désaccord sur le fond, nous pouvons exercer une analyse didactique, professionnelle, à propos des matériaux soumis à évaluation ?

Sans doute serait-il utile de distinguer plus clairement auprès des normaliens ce qui relève du pédagogique et du didactique, de leur préciser celui des deux aspects que nous privilégions (sans négliger l'autre) dans tel ou tel type d'évaluation. En voici quelques exemples :

. L'analyse a priori d'une situation permet de faire dépendre le pédagogique des contraintes didactiques, et de centrer l'élève-maître sur l'analyse des connaissances que les élèves doivent construire et des tâches q'uil peut proposer pour cela.

. Dans l'évaluation d'une séquence élaborée et consuite en classe d'application, les interventions du formateur prennent en compte l'adéquation des moyens mis en oeuvre avec le but vié. Si celle-ci est bonne, l'évaluation peut faire apparaître des difficultés d'ordre pédagogique (consignes mal explicitées, pas assez de "présence" du maître...). Inversement, une bonne aisance pédagogique peut masquer à première vue une insuffisance de réflexion didactique, sur laquelle il faut attirer l'attention du normalien.

. Lors de visites de formés au cours de stages en responsabilité, certaines exigences pédagogiques de base peuvent prendre le pas sur d'autres exigences didactiques, étant donné la complexité du travail d'un débutant. Il ne faut pas oublier toutefois que l'analyse des tâches qu'ils proposent aux enfants permet souvent d'expliquer les comportements des élèves dans ce qu'ils ont de perturbateurs ou d'apathiques !

(On trouvera dans le rapport du groupe A3 une proposition de Danièle Ortolland explicitant des modalités et critères d'évaluation de travaux élaborés par des stagiaires A.I.S)

3. Un exemple : visionnement d'un film sur la proportionnalité (proposé par Jeanne BOLON, professeur à l'école normale de Versailles)

Il s'agit de la deuxième leçon sur la proportionnalité dans un CM2. Les normaliens (Fis-Deug 1985, fin avril 1986) regardent une séquence vidéo tournée quasiment en temps réel. Ils disposent de la fiche de préparation qui situe la leçon par rapport à la précédente.

Déroulement

- Distribution du questionnaire et lecture (5 minutes),
- Visionnement (environ 45 minutes),
- Débat par groupes de 3 ou 4 normaliens à propos du questionnaire (environ 1/2 heure),
- Rédaction individuelle (1/2 heure).

Le film comporte 3 parties. Tout d'abord, l'institutrice présente la situation : un plombier demande 90 francs pour 1 heure de travail. Que peut-on chercher ? Les enfants constituent alors, avec l'institutrice, un tableau de correspondance qui sera l'objet de calculs (prix pour certaines durées exprimées en minutes). Dans une deuxième partie, elle veut faire dégager le multiplicateur (ici 1,5). Puis elle cherche à montrer qu'on peut extraire du tableau un mini-tableau à 4 cases qu'on peut lire "verticalement" ou "horrizontalement" (la proportionnalité dans les "deux sens"). Enfin elle demande aux enfants de construire un graphique donnant les prix en fonction des durées.

Questionnaire remis aux normaliens

1. Consignes

Dans une pédagogie des mathématiques qui veut associer les enfants à la construction du savoir, la consigne:
- fixe le but lointain
- indique les contraintes à respecter ou les libertés dont les élèves peuvent disposer,
- annonce les moyens qui seront utilisés pour vérifier.

Or, la fiche de préparation ne donne aucune consigne qui soit entièrement explicitée. Que proposeriez-vous pour les différentes phases du travail :
phase n° 1, les réparations à domicile ,
phase n° 2, les observations
phase n° 3, le graphique ?

2. Traitement des erreurs

Dans le film, les enfants disent ou écrivent parfois des choses fausses. Donnez-en un ou deux exemples . Dites comment la maîtresse a réagi. Expliquez sa réaction (quel problème cherche-t-elle à résoudre ?) et les limites d'une telle réation.

3. Cohérence interne

Quelles sont les propriétés de la propotionnalité que les enfants ont effectivement mis en oeuvre ? Sont-elles celles prévues dans la préparation ? Comment expliquer ce décalage ?

4. Prolongement

Donnez un exemple de fonction numérique (tableau de correspondance entre des nombres) qui ne soit pas une situation de proportionnalité.

Bilan de l'épreuve

1- Tous les normaliens (15 présents) ont proposé d'autres consignes, mais ils se sont interdits de toucher à la méthode générale employée . Or, la maîtresse imposait un pas-à-pas de "monstration" non compatible avec le cadre proposé par le questionnaire : d'où des formulations alambiquées pour "rentrer dans le moule" et le plus souvent sans pertinence.

Une normalienne explime clairement des contraintes et libertés.

Une autre exprime ses consignes exclusivement en termes de "qu'est-ce qu'on peut chercher ?". Ces consignes ont le même incovénient que les "observe et complète" de la majorité des fihciers pour élèves. Elles dispensent le maître de proposer un enjeu..., ce qui peut se révéler dangereux, surtout en début d'année où les élèves ne savent pas ce que le maître attend d'eux.

Une normalienne ne distingue pas l'objectif pour l'enseignant et le but pour l'enfant.

2- Tous les normaliens ont repéré des erreurs et décrit l'attitude dominante de la maîtresse (elle "dit " l'erreur sans la traiter). 6 normaliens esquissent un traitement de l'erreur qu'ils ont repérée, mais la plupart n'ont pas vu l'inconvénient de la méthode imposée par la maîtresse qui interdit l'usage des propriétés de linéarité : du coup, c'est elle seule qui détient les moyens de contrôle.

3- L'étude de la cohérence s'est limitée à la présence du tableau à 4 cases, inutile dans cette leçon. 9 normaliens ont senti la faiblesse de cette partie, peut-être en raison de la digression de la maîtresse sur l'équivalence entre chaînes d'opérateurs.

4- 11 normaliens proposent un prolongement pertinent; 1 normalien donne des justifications non pertinentes à son choix; 4 ne proposent rien (probablement par manque de temps).

Intérêt pour la formation

Cette évaluation était présentée comme un entraînement à l'épreuve d'analyse d'une situation pédagogique qui, pour la promotion 1985, s'appuyait sur le visonnement d'une séquence.

Elle est mieux réussie que l'analyse que les professeurs avaient demandée concernant des séquences conduites en classe. Dans le cas du film, le support est le même pour tous. La discussion qui a suivi a permis de revenir sur des exigences professionnelles (en particulier, formulation des consignes) et les méthodes mathématiques le plus couramment employées (traitement de l'erreur). Elle a aussi révélé que les occasions d'examen de travaux à caractère professionnel qui aient les mêmes supports pour tout le groupe classe n'étaient pas assez nombreuses...

4. Autre exemple : l'analyse a priori d'une situation-problème (proposée par Marie-Hélène SALIN , C.R.F.M.A.I.S. de l'école normale de Mérignac)

Le sujet d'évaluation ci-dessous a été proposé à des stagiaires E, c'est-à-dire des maîtres se préparant à être responsables de classes de perfectionnement ou d'adaptation. Nous avions travaillé sur :

- les situations de dénombrement spontané (chez les adultes),
- l'analyse dy comptage,
- l'évolution de la construction du nombre chez l'enfant,
- l'analyse et la construction de quelques séquences relevant d'une conception de l'apprentissage "constructiviste" ou "par adaptation".

A ce propos, quelques variables de ces situations avaient été dégagées, mais sans que la notion générale de variable didactique ait été explicitée.

En proposant de traiter ce sujet (ce qui devait être succinct, les stagiaires disposaient de trois quarts d'heure), je désirais faire le point avec eux:

- sur l'analyse d'une tâche et l'explicitation des connaissances qu'elle mobilise pour pouvoir être réussie,
- leur compréhension de ce que peut être un processus d'apprentissage au cours duquel le maître choisit certaines des caractéristiques de la situation pour faire apparaître des comportements significatifs de la connaissance visée.

La détermination de ce qui peut varier dans la situation pour la rendre plus ou moins difficile constitue une première étape dans cette approche.

Texte- support de l'évaluation

Voici un "jeu" individuel proposé à des enfants de 4-5 ans (*jeu conçu par René BERTHELOT, professeur à l'école normale de Pau*). Le maître donne à l'élève une corbeille contenant un certain nombre de "tirelires" (pots de yaourt avec une fente dans le fond) et un sachet contenant des jetons en nombre supérieur à celui des pots. La consigne est la suite :

"Tu disposes les pots comme tu le veux sur la table, la fente en haut. Il faut que tu mettes dans chaque tirelire un jeton, mais tu n'as pas le droit de regarder ce qu'il y a dedans. Tu me dis quand tu as fini. Pour savoir si tu as gagné, tu soulèveras les tirelires:

- si dans chacune , il y a bien un jeton, tu as gagné,
- s'il y a des tirelires sans jetons ou avec plusieurs jetons, tu as perdu".

En cas d'échec, l'enfant a droit à plusieurs essais.

a) Quel peut être l'objectif d'une telle activité? Quelle compétence peut-elle aider l'enfant à acquérir ?
b) Qu'est-ce que le maître peut faire varier dans la présentation du jeu pour rendre la situation plus difficile ? moins difficile ?

Corrigé proposé.

Cette activité a pour but la réalisation par l'enfant d'une correspondace terme à terme entre 2 collections, dans une situation où elle n'est pas matérialisée d'une manière visible lui permettant de voir où il en est, et pour **objectif l'élaboration d'une stratégie** de réalisation.

Au cous des essais successifs, l'enfant est amené à découvrir qu'il peut réussir

. soit en déplaçant les pots après les avoir remplis pour séparer ceux qui ont déjà un jeton de ceux qui n'en ont pas encore,

. soit en organisant la position des pots sur la table, en file par exemple, ce qui rend la tâche beaucoup plus facile que si les pots sont en désordre.

Cette activité peut aider l'enfant à acquérir une des compétences nécessaires au dénombrement par comptage qui concerne la mise en correspondace un à un de chaque objet décompté avec une et une seule étiquette verbale (premier principe de Gellman et Gallistel).

Les variables qui apparaissent les plus importantes dans cette situation sont les suivantes:

- **le nombre de pots** : en faisant varier ce nombre, le maître change la difficulté de la situation,
- **la possibilité pour l'enfant de déplacer ou non le pot après l'avoir rempli**, pour séparer ceux qui ont un jeton de ceux qui n'en ont pas encore; en refusant cette stratégie, le maître contraint l'enfant à en utiliser une autre, pour l'élaboration de laquelle une troisième variable est essentielle:
- **qui pose les pots sur la table ?** l'enfant ou le maître ?

si c'est l'enfant, restant maître de la position des pots, il peut découvrir que certains ont plus faciles que d'autres; si c'est le maître, il a encore à sa disposition une variable sur laquelle il peut jouer:

- **la position des pots:**

le maître peut choisir de placer l'enfant dans une situation "facile", pots alignés par exemple, ou "difficile", pots en désordre; dans ce dernier cas, l'enfant doit construire lui-même une struturation de l'ensemble des pots qui lui permette de réussir. Ceci est très proche alors d'une des compétences exigées de l'enfant quand il doit dénombrer par comptage une collection disposée en désordre qu'il ne peut ni déplacer ni marquer.

Remarques importantes

A **aucun moment** dans cette activité, **le nombre n'intervient** (sauf "un" pour la tirelire). Le fait qu'à la fin du jeu, s'ils ont réussi, les enfants ont construit une collection de jetons équipotente à la collection de tirelires est seulement une conséquence de l'activité et non un but, sur laquelle il n'est pas nécessaire d'attirer leur attention.

Le fait de fournir aux élèves un nombre de jetons égal au nombre de pots ne rend en rien la situation plus facile, si ce n'est pas un artifice : leur signaler, s'il leur manque ou s'il leur reste des jetons, qu'ils se sont trompés ,puisque ce n'est pas possible que le maître n'ait pas donné le nombre de jetons suffisant pour réussir !

Résultats

La formulation de la première question, classique mais sans doute trop vague, n'a pas incité les stagiaires à une analyse fine du jeu proposé , ce qui les a tous conduits à mettre parmi les objectifs de la situation la construction du nombre.

De manière plus précise, 5 personnes ont parlé en premier de la correspondance terme à terme, dont 3 sous forme "trouver une méthode pour réaliser une correspondance terme à terme entre les pots et les jetons". Trois autres l'ont évoquée, mais après des formulations du type "l'objectif de l'activité est la construction d'une collection équipotente à une collection donnée," ou "le travail sur : autant que, plus que ", (formulations que l'on retrouve chez tous les stagiaires), qui montrent une mauvaise maîtrise soit de ce qui est en jeu dans le problème soit de ce qu'est l'objectif d'une activité.

En ce qui concerne la deuxième partie de la question 2, deux stagiaires seulement ont fait le rapprochement avec l'énumération mise en jeu dans le dénombrement par comptage.

En ce qui concerne les variables, dix stagaires sur onze en ont proposé aux moins 2 pertinentes. En voici la liste, avec le nombre correspondant de personnes concernées:
(a) mettre les pots transparents (5)
(b) poser les jetons à côté des pots (5)
(c) marquer les pots au fur et à mesure (4)
(d) déplacer chaque pot une fois rempli (1)
(e) disposer les pots en file (2)
(f) nombre de pots (2).

On retrouve là à peu près l'ensemble des variables de la situation, mais non hiérarchisées. De plus, souvent, il y a indistinction entre des règles que le maître peut imposer et les procédures que les enfants peuvent employer pour résoudre une situation donnée. Le marquage des pots, par exemple, peut être une bonne procédure si elle est inventée par un enfant comme moyen de résoudre le problème des pots en désordre; imposée par le maître, cela devient une règle qui enlève beaucoup de son intérêt et de son sens à l'activité. Les variables (b), (c), (d) et (e) relèvent de ce type.

5. Fiche de visite de normaliens (élaborée au Colloque d'Auberives, 1978)

Cette fiche date de 1978. Quoique toujours intéressante sur certains points, elle mériterait d'être remodelée, en particulier pou y faire apparaître ce qui relève de l'analyse didactique de la situation proposée aux élèves.

GUIDE POUR LES VISITES DE FP2

Remarque préliminaire

Il est intéressant que les normaliens aient connaissance auparavant de nos critères d'observation lors des visites en FP2, qu'ils prennent connaissance de ce que nous avons relevé par écrit (si possible, qu'ils en aient le double).

Les collègues PEN d'autres disciplines et les CPEN pourraient donner leur avis sur ce guide.

DEROULEMENT DE LA LECON

. Les activités : thème.

. Nature : nouvelle notion, compte-rendu d'un travail de recherche, discussion et comparaison de solutions, résolution d'exercices d'application à propos d'une notion déjà rencontrée...

. Organisation du travail : individuel, collectif, par groupe.

. Formulation des consignes:
- les consignes ont-elles été comprises, ont-elles été réajustées, ont-elles changé de nature ?
- les consignes fixent-elles des objectifs lointains en laissant la liberté de choix des étapes intermédiaires ou imposent-elles les étapes ?

. Déroulement :
Que fait le normalien pendant que les enfants cherchent ?
Quelle est la nature de ses interventions dans le travail collectif (organisation, contenu, discipline) ?
Comment les enfant savent-ils si les solutions qu'ils proposent sont correctes ou non:
- le normalien dit quelle est la solution convenable ,
- le normalien ne dit pas quelle est la solution convenable parce que :
    . la situation comporte en elle-même le moyen de vérifier,
    . c'est par comparaison avec ses camarades que l'enfant discute et justifie sa solution,
    . fichier auto-correctif qui donne la solution.

Comment sont valorisées les bonnes ou mauvaises réponses (parole, gestes)?
Comment le normalien modifie-t-il le déroulement prévu en fonction des réussites ou échecs immédiats ?

Rapport des élèves entre eux (collaboration, moqueries, etc.).

ENTRETIEN AVEC LE NORMALIEN

. Buts immédiats, buts lointains.

. Evaluation immédiate du normalien sur le déroulement de la leçon.

. Comment a été préparée la leçon (ouvrages de référence, manuels, contacts avec d'autres normaliens ou des instituteurs, conseillers pédagogiques, maître en recyclage...).

. Dialogue sur les points observés durant le déroulement de la leçon.

. Que va noter le normalien à la suite de cette leçon, l'évaluation des progrès individuels, des progrès de la classe ?

GROUPE B3

PREPARATION AU CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE NORMALE

Rapport : Claude RIMBAULT

La petite dizaine de participants au groupe B3 avait à répondre aux sept questions suivantes :

Q1 : LA PREPARATION EST-ELLE EFFICACE ? (ou, quelle corrélation entre préparation et succès au concours ?)

Pour les présents ayant des éléments de réponse, il apprait que cette corrélation est assez forte, certaines préparations ressemblant fort à du bachotage, un intervenant a déploré les arrangements (tacites ou non) entre les préparateurs (allègements de programmes, etc...) ce qui ne peut que défavoriser les étudiants ne suivant pas les modules de préparation "officiels".

Q2 : L'EPREUVE DE MATHEMATIQUES EST-ELLE DISCRIMINANTE ?

Oui dans certaines académies, non dans d'autres (surtout quand le sujet est difficile). Il semble quand même qu'on ait recruté un peu plus de "scientifiques" qu'auparavant. A noter aussi qu'assez peu d'admis ont exactement le profil bac + 2. Ils ont souvent dépassé 25 ans d'âge.

Q3 : QUEL EST LE NIVEAU DES PREPARATIONNAIRES ?

Ce niveau en mathématiques est le plus souvent très faible, mais les préparationnaires sont très motivés, certains sacrifiant même une année à cette préparation et souvent dans des conditions difficiles (cours en soirée, le samedi après-midi,...)

Q4 : QUEL EST VOTRE POINT DE VUE SUR LE CONCOURS 1986 ?

(Voir en annexe, l'analyse de Nicole PORCEL E.N. LONS-LE-SAUNIER).

Un intervenant a dénoncé avec vigueur la prolifération de "problèmes amusants et délectables"(sic) et de sujets "fossiles" (resic) tels que le nombre d'or, les empilements de tuyaux, la chèvre qui broute,... on a aussi dénoncé quelques sujets faisant appel à des savoirs trop pointus.

Un long débat animé a porté sur l'intérêt des annales publiées par l'A.P.M.E.P. et l'I.R.E.M. de BORDEAUX. Certains y voient un certain danger d'institutionnalisation tendant à un concours stéréotypé ; d'autres y voient un bon outil de travail tant pour les préparateurs que pour les préparationnaires à qui on demande beaucoup de travail personnel.

Q5 : QUELLES SONT LES MODALITES DE PREPARATION ?

Les horaires varient de 20H à 32H (et même 40H dans une académie où la préparation entre dans le module de préprofessionalisation en deuxième année de DEUG !). Cette préparation est généralement assurée par des P.E.N. (elle est inscrite dans les V.S. ou rétribuée en H.S. par les universités).

Souvent, des devoirs sont proposés aux préparationnaires et des examens blancs, organisés. Dans l'ensemble, les préparateurs apprécient la motivation de leurs étudiants, certains même assurant des heures supplémentaires gratuitement.

Q6 : Y-A-T-IL UNE CONCERTATION ACADEMIQUE ?

Là où cette concertation a été organisée en 1985/1986, elle n'a pas été reconduite en 1986/1987, le système semblant rodé. Ailleurs, cette concertation existe (voir aussi Q7).

Q7 : QUEL LIEN Y-A-T-IL ENTRE LES PREPARATEURS ET LES GENS QUI ELABORENT ET/OU CHOISISSENT LES SUJETS DU CONCOURS ?

On a là tous les cas de figure : ici, l'élaboration et le choix du sujet sont le fait de personnes totalement étrangères à la préparation ; là (le plus souvent) c'est une commission où figurent les préparateurs qui est chargée de cette tâche (avec des I.D.E.N., des universitaires,...) ; là encore, c'est le fait uniquement des préparateurs.

Hors ces questions, dans la discussion, il faut encore noter deux points : la notification précise du barème aux candidats est souhaitée et certains intervenants ont souhaité une refonte du programme de préparation : celui-ci porterait sur les contenus de l'école élémentaire (arithmétique, proportionnalité, géométrie,...) et la préparation au concours serait alors une préformation.

NB : N'ont pas été totalement prises en compte dans ce rapport les interventions des académies dites "déficitaires" où il suffit de se présenter pour être reçu au concours !

ANNEXE

LES SUJETS DES DIVERSES ACADEMIES

Ils ont été regroupés par la Commission Elémentaire de l'APMEP et plus particulièrement par C. RIMBAULT - PEN de Mathématiques à l'Ecole Normale de St-Brieux.

Ils ont été édités par l'I.R.E.M. de Bordeaux, auprès duquel on peut se procurer le fascicule.

Ils sont très variés.

Je les ai analysés selon six rubriques :

A - GEOMETRIE

B - MESURER DES GRANDEURS

C - LES FONCTIONS COMME OUTIL DE RESOLUTION DES PROBLEMES

D - ETUDE DE SUITES

E - EXERCICES D'ARITHMETIQUES

F - LOGIQUE

A - Exercices de GEOMETRIE

Seules les épreuves de Bordeaux et Clermont n'en proposent pas. Trois sujets seulement font appel à des objets de l'espace.

Les thèmes sont présentés selon un effectif décroissant.

I CONSTRUCTIONS GEOMETRIQUES A LA REGLE ET AU COMPAS ET PARFOIS A L'AIDE DE L'EQUERRE

16 sujets sur 29

Elles sont soit . demandées par l'enoncé
soit . à déduire des propriétés établies auparavant
soit . obtenue par lecture de figures données à reproduire à une taille différente (Rouen).

II PROPRIETES DES FIGURES PLANES

1) Des triangles . — 11 sujets sur 29

- constructions utilisant des relations métriques (cotés ou angles) en particulier Orléans-Tours.
- mesure de longueur de cotés de triangle rectangle
- reconnaitre ou établir que des triangles sont isocèles ou rectangles.
- un seul sujet fait intervenir orthocentre et centre de gravité (Nice).
- propriété de la droite des milieux (Besançon, Aix).

2) Des parallélogrammes — 10 sujets sur 29

Essentiellement reconnaître des parallélogrammes quelconques ou particuliers (carré ; losange ; rectangle) parmi des quadrilatères

3) Des trapèzes — 4 sujets sur 29

4) Des cercles ou disques — 5 sujets sur 29

- construire des cercles passant par deux points (Dijon)
- construire des cercles tangents à une droite donnée passant par 2 points donnés (Rennes)
- construire les tangentes communes à deux cercles (Besançon)
- étudier les positions relatives de 2 cercles (Toulouse)
- inscrire des disques dans des triangles équilatéraux (Caen)

5) Construction de spirales — 2 sujets sur 29

6) Rectangle d'or — 2 sujets/1 sur le nombre d'or (Besançon)

7) Certains sujets proposent diverses propriétés et les candidats doivent choisir et indiquer leur choix parmi celles-ci démarche intéressante (Nancy).

III PROPRIETES DE POLYEDRES

1) Pyramide à base carrée
dont les faces sont des triangles équilatéraux dans lesquels on inscrit un disque (Caen)

- établir un patron
- évaluer des longueurs et des aires

2) Limoges propose une étude

- du cube où 3 patrons différents sont demandés
- d'assemblages de 8 ; 27 ; n3 cubes identiques que l'on colorie

3) Strasbourg demande l'aire et le volume d'un cube tronqué aux huit sommets

IV EMPLOYER DES TRANSFORMATIONS GEOMETRIQUES

1) Symétrie-droite
est utilisée pour déterminer la position d'un point M variant sur une droite pour que, étant donnés 2 points A et B, MA + MB soit minimale.

Les sujets de Corse et Nantes me semblent peu accessibles à des candidats ne l'ayant pas revu.

2) Grenoble propose un sujet très original :
symétrisation qui demande une grande capacité de décentration pour le candidat

3) Rotation et homothétie
interviennent très peu

V GEOMETRIE ANALYTIQUES

Rouen et Toulouse proposent des sujets - "type 3eme".

B - Mesurer des GRANDEURS

I CALCULER DES LONGUEURS, DES PERIMETRES — 17 sujets sur 29

II CALCULER DES AIRES

- de triangles
- de trapèzes ou rectangles
- de secteurs de disques : problèmes liés au déplacement d'une chèvre (Yvelines, Montpellier, Strasbourg) suggerés par l'APMEP.

III EFFECTUER UNE PESEE

En utilisant exactement 8 masses de 500 ou 200 ou 100 grammes (Rouen)

IV ENCADRER LE RESULTAT — 5 sujets sur 29

C - Les fonctions comme outil de résolution des problèmes

I DEUX TYPES DE MISE EN SITUATION apparaissent :

- l'habituel énoncé
- des documents variés : on retrouve l'esprit des situations - problèmes du Cycle Moyen où les objectifs méthodologiques sont :
  - § problèmatiser
    se poser des questions à partir des données
    rechercher des informations
  - § résoudre
  - § communiquer
  - § valider

Ce sont pour Clermont : taxes de communication téléphonique
Nantes : divers abonnements EDF
Reims : systèmes d'amendes liées à des excès de vitesse

- un graphique traduisant le mouvement d'un train pour Dijon. thème toujours redouté par les candidats
- un plan de stade pour un match de football à Rennes

II SITUATION DE PROPORTIONNALITE

- effectuer un dessin à une échelle donnée — 6 sujets
- calculer un pourcentage — 8 sujets
- partager en parties proportionnelles — 2 sujets
- un seul sujet (Nice) concerne la programmation linéaire
- Nice propose un calcul d'encadrement de masse volumique
- vitesses

III SITUATION DE NON-PROPORTIONNALITE

- fonction affine par intervalles

  Montpellier propose la situation connue au Cycle Moyen et qui pose de nombreux problèmes aux adultes

  "Un paquet pour 10 F
  Pour 2 paquets achetés, vous emportez le troisième gratuitement"
- les autres sujets sont des sujets de calculs de prix avec forfait, type classe 3eme, pourrait-on croire !

IV FONCTION LIEE A DES CALCULS DE MESURE DE LONGUEUR OU D'AIRE en général

(Aix, Créteil, Montpellier, Poitiers, Rennes, Paris)

V RESOLUTION D'EQUATIONS SIMPLES

- données par l'énoncé
- obtenues après mise en équations de l'énoncé

D - Etude des SUITES

I DIFFERENTS POINTS DE DEPART — 10 sujets sur 29

- énoncé "type Second Cycle": Besançon
  extrêmement "bloquant" pour les candidats
- intérêts composés : Corse, Nancy
  cumulent deux notions difficiles pourcentages et suites
- carrés inscrits les uns dans les autres : Aix, Créteil
- carrés dont le coté est doublé : Poitiers
- longueur d'une spirale : Orléans .

II LES QUESTIONS

- calcul du terme général et limite de la somme des termes d'une suite géométrique sûrement très mal réussies
- Grenoble : calculer le premier terme d'une suite arithmétique (empilement de tuyaux cylindriques) de 4 termes, de raison 1 et connaissant leur somme.
  Grenoble propose un excercice plus accessible, me semble-t-il.

E - Exercices d'ARITHMETIQUE

I <u>BORDEAUX</u> propose de démontrer que $\sqrt{3}$ n'est pas un nombre rationnel

- exercice qui me semble difficile

II <u>LIMOGES</u> propose un exercice classique en 5eme :

- les départs de bateaux et donc l'emploi du PPCM

III <u>LYON</u> propose un problème aussi classique :

- le retard d'une montre

Tous ces exercices ne me semblent pas ouverts à des candidats n'ayant pas fait d'arithmétique depuis longtemps.

IV Celui de l'Essonne (Versailles) se propose de faire induire à partir de deux cas particuliers, un critère de reconnaissance de décomposition d'un naturel en somme de trois nombres pairs consécutifs.

Plus facile me semble-t-il.

F - LOGIQUE

Nancy et Rouen proposent deux exercices où le candidat doit décrire les relations logiques qui existent entre diverses assertions où sont utiles les quantifications de la langue naturelle.

- tout ; aucun ; certains
- propriété et non-propriété
- il existe
- énoncé conditionnel

La lecture de l'exercice de Nancy a pu être très déroutante.

GROUPE B4

QUELS LIENS LES DIFFERENTS FORMATEURS GARDENT-ILS AVEC LE TERRAIN ?

Rapport : Gérard LIPP

L'objectif de ce groupe était :

1) recenser la situation actuelle, éventuellement élaborer un questionnaire vis à vis des autres collègues présents au Colloque, pour compléter l'enquête.

2) analyser les situations :

- essayer de rechercher les causes de la situation actuelle,
- rechercher des possibilités d'amélioration, des liaisons formateurs-terrain.

Eventuellement, élaboration d'un questionnaire vers les gens du terrain, notamment I.D.E.N., C.P.A.I.D.E.N.,... afin de mieux connaître leurs demandes éventuelles de liaison avec les E.N., et leurs disponibilités.

Le seul collègue qui s'était intéressé au groupe B4 m'avait fait part de ses idées. Il insiste notamment sur l'importance du travail dans des classes, avec des maîtres (C.P.E.N. ou autres), même si, pour beaucoup de maîtres, ce travail ne reste qu'une parenthèse ; au moins peut-il servir de point de départ ou d'illustration dans la formation initiale et continuée.

Vous trouverez ci-dessous un "petit papier" rédigé par Gérard SAGUERRE où il décrit comment il procédait dans son "travail sur le terrain" :

- les principes qui l'ont guidé,
- la façon de procéder avec les maîtres :
    - la préparation,
    - mise en oeuvre,
    - bilan.
- ce qu'il en pense.

ANNEXE

Point de vue administratif

Dans mes V.S. j'ai toujours pu réserver 1, 2 ou 3 heures (animation en circonscription, heures IREM) aux activités décrites ci-dessous.

Principe

L'idée principale est de contribuer à la formation en continu d'une classe du CP au CM2. Le travail s'étage donc sur 5 ans et puis on peut recommencer (on pourrait d'ailleurs continuer mais à Vannes cela ne m'était pas possible).

Préparation du travail

Avant les vacances scolaires d'été je prends contact avec les maîtres de 2 classes du niveau souhaité et leur propose le contrat suivant :

je leur propose, dans ses grandes lignes (1 ou 2 pages) une "progression" de l'enseignement des maths - je m'engage à leur fournir, semaine après semaine, 4 préparations équivalant à 4 h de classe (ce qui leur laisse 1 h pour faire en maths ce qu'ils veulent) - et je m'engage aussi à assurer moi-même la conduite de la classe dans les cas "délicats", ceux qu'"ils ne sentent pas". Je n'ai jamais essuyé de refus, j'ai plutôt essuyé des reproches de la part de ceux que je n'avais pas contacté.

Mise en oeuvre

- Les instituteurs concernés et moi (et aussi, assez souvent, d'autres observateurs, instituteurs, normaliens en stage) nous nous réunissons une fois par semaine, et étudions dans l'ordre : ce qui s'est passé la semaine écoulée : échecs, réussites, difficultés de tous ordres - puis présentation des 4 préparations prévues par moi avec explications. C'est à ce moment que les instituteurs me demandent de réaliser moi-même, le cas échéant, telle ou telle séquence qui leur paraissent difficiles à mettre en oeuvre. La durée de ces réunions est de 1 h à 2 h.

- Je m'efforce d'assister à (ou de mener moi-même) une séquence par semaine dans chacune des classes.

Bilan

1° au point de vue des services :

- De l'aveu même des instituteurs, l'heure ou les 2 heures de concertation n'alourdissent pas exagérément leur travail, dans la mesure où ce temps est compensé par l'absence des périodes de préparation des activités mathématiques. Par contre, il y a parfois eu quelques grimaces devant les préparations de matériel, surtout en ce qui concerne la géométrie où je suis assez exigeant.

- De mon côté, il est assez difficile de faire le bilan : en contrepartie des 2 heures de concertation, et des 2 heures de présence ou d'activités dans les classes, mon travail de préparation pour l'E.N. ou pour les stages m'a été considérablement simplifié, mais c'est difficilement mesurable.

.../...

2° Pour mon compte personnel, en dehors des considérations horaires, j'ai eu la sensation d'avoir plus de compétence et plus de crédibilité dans ce que je pouvais affirmer à l'Ecole Normale ou dans les stages de F.C. : j'avais des "progressions" expérimentées, une multitude d'exemples, l'assurance de pouvoir mener à bien une "leçon" devant des stagiaires, ... et même la permission de "me ramasser" sans perdre la face !

Remarques

1° Les élèves qui m'ont subi 5 ans ne me donnent pas l'impression d'avoir été trop traumatisés. Je n'ai pas réussi à obtenir un suivi objectif de leur devenir, mais je ne pense pas que ç'a été une catastrophe.

2° Ma plus belle réussite : j'ai réussi à faire aimer les maths à des instituteurs qui jusque là, les considéraient comme une corvée (et cela à plusieurs reprises).

3° J'ai réussi, ce que je n'avais presque jamais pu réaliser avant, à obtenir la mise en oeuvre de quelques principes pédagogiques auxquels je tiens, comme par exemple : la découverte d'un nouveau concept par une situation-problème qui ne peut être résolue avec les connaissances antérieures des élèves - l'étalement, la progressivité, de l'acquisition d'un nouveau concept par des activités commençant le plus tôt possible dans l'année - la géométrie, non plus considérée comme une simple activité de travail manuel, mais considérée comme une source d'activités vraiment mathématiques...

Gérard SAGUERRE

GROUPE B6

ET SI ON REFAISAIT DES MATHEMATIQUES EN FORMATION CONTINUE ?

<u>Rapport</u> : François HUGUET

Ce groupe, qui a réuni jusqu'à 28 participants, s'était donné pour tâche :

° de dresser un constat concernant la place réservée aux Maths en Formation Continue

° d'analyser les causes du manque d'intérêt apparent pour notre matière

° de chercher des solutions originales pour réagir, remotiver les instituteurs et répondre à leur attente.

Nous nous sommes appuyés également sur l'intéressant compte-rendu du groupe FC (colloque de Quimper) en cherchant à illustrer quelques pistes signalées.

I – <u>Le constat</u>

° Même si les données statistiques recueillies ne sont pas toujours significatives, nous avons constaté, avec quelques nuances, une place parfois dérisoire, réservée aux Maths en FC.

° Un questionnaire portant sur les besoins en FC diffusé par l'EN de BONNEUIL auprès de 7 000 instituteurs a obtenu près de 4 000 réponses et fait apparaître nettement la grande distorsion qui existe entre les besoins exprimés en ce qui concerne les Maths et les demandes se comptant sur les doigts de la main.

Il convient donc d'analyser les causes de cette faible demande, même s'il y a quelques exceptions.

2- Les causes

° **La DDE** : Dans les directives ministèrielles, les Maths ne semblent pas apparaître dans les priorités !?
Cette affirmation peut être infirmée par la lettre du 27 avril 87 adressée par la DDE aux Recteurs.
" ... objectifs des stages doivent conserver un caractère essentiellement pratique ".
" ... souci de cohérence avec les priorités nationales " (cf. circulaire de rentrée) à savoir entre autres " l'approfondissement dans le domaine des sciences et des mathématiques ".

° **Le PAF** : A l'échelon des Académies, cette directive ne semble pas appliquée par les MAF.

° **Les IO** : les nouvelles IO n'apparaissent pas comme motivantes pour justifier des actions de formation auprès des instituteurs.

° **L'informatique,** en particulier, prend une place de plus en plus grande au détriment des autres matières.

° **Les maîtres** ont actuellement certaines priorités : l'informatique (en raison de l'équipement des écoles et de la pression des parents), l'instruction civique , etc...

° **Nous, les formateurs** :

- Dans les EN : la non adéquation parfois entre les exigences du terrain et nos souhaits, à savoir
."Faire prendre conscience aux enseignants ce que c'est que faire des Maths "
."Pouvoir avoir un suivi de nos actions"
."intervenir de manière équilibrée avec les autres disciplines ou dans un projet".

- Dans les circonscriptions : les IDEN, les conseillers pédagogiques n'ont pas toujours la possibilité de coopérer.

° **Les manuels** : ils apparaissent à beaucoup comme sécurisants, surtout dans le domaine du numérique.

3- Deux angles d'attaque du problème

° Pourquoi refaire des Maths en FC ?

C'est une vaste question qui sera d'ailleurs objet de réflexion aux Journées Nationales de l'APMEP 87.
On peut déjà constater la pénurie de professeurs de Maths dans les Collèges et les Lycées et aussi s'inquiéter de la chûte des effectifs dans les filières scientifiques.

° Comment réagir et améliorer la FC en Maths ?

Notre groupe de réflexion est paru, à certains, assez fataliste face à cette situation mais de l'analyse faite ensemble ressortent deux idées importantes :

- d'abord le rôle du "**Pouvoir**"

C'est une évidence : pour faire évoluer les choses, il faut avoir un certain "pouvoir" ; d'où l'importance du rôle des IDEN et des circonscriptions.

- le rôle de la "**crédibilité**"

Il est indispensable, en formation d'adultes, de partir des problèmes du terrain, en liaison directe avec le métier et la pratique de la classe.
En conséquence, voici quelques actions possibles :

* Agir dans les circonscriptions en collaboration avec les IDEN et les conseillers pédagogiques.

Exemples : projet d'école, conférences pédagogiques, recyclage de ces formateurs sur des points précis des instructions et recherches pédagogiques (comme en 1981).
Les PEN peuvent avoir dans leur VS des heures d'animation en circonscription.

* Agir dans les instances de décision :
Le Conseil de Formation
Les groupes départementaux

Exemples : à Bar-Le-Duc, un IDEN "matheux" a créé une commission disciplinaire avec un projet sur 3 ans de stages en circonscription.

* Pour rester "crédible", il est nécessaire de garder le contact avec les classes de façon suivie et de se tenir au courant, notamment, des recherches en didactique.

* Face aux difficultés d'encadrer seul des stages, il est nécessaire de créer une véritable "équipe pédagogique" avec les Maîtres Formateurs ou avec les circonscriptions.

* Agir dans les classes et les BCD pour promouvoir le coin "Bricolage-Maths" et faire connaître des ouvrages comme les Aides Pédagogiques.
L'un des participants a souligné l'intérêt de créer une "valise pédagogique"!

4- Stratégies possibles

Certaines stratégies ont fait "recette" : ce sont souvent des "biais" pour refaire des Maths.

Une bonne méthode consiste à s'imposer en tant que "matheux" dans d'autres stages inter-disciplinaires.

Exemples : Lecture et énoncés de problèmes
Géométrie et mesure avec les physiciens
Géométrie et esthétique (arts plastiques, dessin)
Enfants en difficulté et rôle de l'erreur.

Pour faire prendre conscience aux instituteurs qu'enseigner les Maths ce n'est pas seulement s'intéresser à un contenu mais aussi se pencher sur les méthodes et pratiques pédagogiques, le "biais" de **l'évaluation du CE** semble judicieux. Les documents du SPRESE peuvent servir de point de départ et faire sentir la nécessité d'un tel type de formation.

Nous avons cherché ensemble à illustrer certaines modalités variées de stages et sans doute mieux adaptées aux attentes des enseignants :

* Stages courts "pointus" sur un sujet précis.

Exemples : Lecture et Maths (en circonscription à Caen)
Structuration de l'espace et robots à l'Ecole Maternelle
Stages Géométrie et construction à l'échelle de l'enfant.

A ce propos, il faut signaler les idées et travaux fort intéressants de Mr Chassagnoux, architecte à Nantes, qui propose des modules en carton (rectangles de 60x120 cm, carrés de 60x60 cm, triangles de 60x60x60 cm) et des modes d'assemblages simples (expérimentés à Vannes et Quimper).

* Stages en deux périodes séparées par une inter-session sur le terrain.
Exemples : Informatique et Maths (voir Annexe)
Situations-problèmes et activités numériques au CM.

* Stages proposant des approches nouvelles de certaines situations.
Exemple : Maternelle, Espace et Technologie.

* Stages qui développent une attitude de recherche par rapport à une pratique (recherche action).

* Stages centrés sur l'analyse des démarches ou pratiques pédagogiques.
Exemples : Lecture et Maths .Rôle de la langue en Maths (Caen)
Stage Pédagogie différenciée (Vannes)
Stage d'étude comparée des systèmes éducatifs.

* Stages abordant les Mathématiques par l'évaluation, par l'apprentissage, par l'utilisation d'auxiliaires pédagogiques (manuels scolaires, didacticiels, etc...).
Exemples : Utilitaires au service des Maths.
Mathématiques et EAO (logiciels de la "valise école").

* Stage interculturel organisé par le CEFISEM
Exemple : Scolarisation des enfants migrants avec analyse des problèmes interculturels (calendrier musulman, Géométrie et Art musulman).

* Et pourquoi pas lancer un stage "Didactique des Mathématiques" à condition d'être crédible et de disposer d'un terrain d'expérimentation !

5- Autres problèmes

- Le réinvestissement des contenus des stages dans la pratique reste posé : c'est le problème de l'Evaluation externe. Là encore, nous pensons à l'intérêt d'un "suivi" ou d'une inter-session entre deux périodes de stage.

- *Savoir "se vendre"* :

A une période où le Marketing prend une place grandissante dans la vie de tous, il est curieux de constater que l'on nous parle d'être "efficace", de savoir "cibler" son public et d'évaluer...

On constate cependant une grande carence dans notre aptitude à diffuser les travaux de recherche des IREM, des groupes de PEN.

Les brochures de l'APMEP en sont une bien triste illustration.
A titre d'exemple, les "Aides Pédagogiques" restent inconnues de la quasi-totalité des instituteurs ; et pourtant ces ouvrages ont un gros succès auprès de ceux qui les connaissent.

Il est temps de poser au grand jour ce problème quand on voit à côté de celà l'audience de certains manuels assez médiocres qui n'ont comme seul atout que d'être diffusés par une grande maison d'édition.

En conclusion, le sujet est loin d'être épuisé.

Nous publions en Annexe, à titre indicatif, quelques descriptifs de stages qui ont eu ou vont avoir un certain attrait auprès du public concerné, mais l'imagination doit rester au pouvoir et nous devons favoriser la circulation de l'information.

ANNEXE : DESCRIPTIF DE STAGES.

ECOLE NORMALE DU FINISTERE — F.C. 2ème TRIMESTRE 86/87

N° 30 INTITULE : INFORMATIQUE ET MATHEMATIQUE

DATES : du 2 au 13 mars 1987

COORDONNATEUR : LUCIEN LE GREVELLEC.

OBJECTIFS :

- Etre capable d'intégrer dans l'enseignement des Mathématiques, l'utilisation de l'outil informatique.

- L'algorithmique et la géométrie par la programmation en LOGO.

- Le calcul numérique et l'étude de la proportionnalité par les logiciels d'EAO.

- La structuration de l'espace à l'aide d'automates programmables.

PROGRAMME :

- Rappels sur l'utilisation du Matériel.

- Graphisme et traitement de listes en LOGO.

- Utilisation d'outiciels ; Ex :COLORCALC, GRAPHIQUE...

- Consultation et analyse des didacticiels de Mathématiques

- Réflexion sur l'interprétation de l'outil informatique.

- Exploitation pédagogique.

METHODES :

- Cours et apports théoriques.

- TD et TP de programmation en LOGO.

- Analyse et utilisation des logiciels.

PRE REQUIS :

- Connaître les bases de la programmation en LOGO.

- Enseigner dans une école dotée de TO7 ou d'un NANO RESEAU

EVALUATION :

- Evaluation interne en fonction des objectifs énoncés.

PUBLIC :

- Instituteurs enseignant à tout niveau de l'Ecole élémentaire.

REMARQUE :

Ce stage est constitué de 2 périodes :

- l'une de 2 semaines devra permettre une expérimentation en classe.

- l'autre, d'une semaine, servira à compléter l'information, à confronter les expériences et à en tirer le bilan.

Stage No 15

Intitulé: La continuite en Mathématiques entre la grande section de maternelle et le cours préparatoire.

Dates: Du 26/10 au 31/10/87 (1ère Phase)
Du 1/02 au 6/02/88 (2ème Phase)

Lieu: Ecole Normale.

Public concerné: Instituteurs (trices) de Maternelle et C.P (8 et 8).
(Priorité sera donnée à des équipes d'un même secteur).

Thème: Activités mathématiques en Maternelle et au C.P..
Quoi? , Pourquoi? , Comment ?..

Objectifs: -Avoir une bonne connaissance des contenus abordés en Maternelle et au C.P.
-Etre capable de programmer des activités qui vont dans le sens d'une bonne continuité entre ces 2 niveaux et qui mettent les enfants dans de véritables situations d'apprentissage.

Contenus de formation: -Approche de la notion de nombre
-Ecrire et nommer les nombres.
-L'espace.

Fonctionnement: - 1ère semaine:Etude des problèmes généraux liés au thème proposé:Mise en place de contenus,élaboration de projets à réaliser en classe
-Durant l'interstage,mise en application de ces projets.
-2ème semaine:Analyse des travaux réalisés par les enfants;prolongements.

Equipe d'encadrement: G. BELLIER-M. CORBENOIS.

Stage No 32

Intitulé: Situations-problèmes et activites numériques au C.M.

Dates: Du 22/02 au 27/02/88 (1ère Phase)
Du 24/05 au 28/05/88 (2ème Phase)

Lieu: Ecole Normale.

Public concerné: Instituteurs (trices) ayant une classe de C.M.

Thème: Situations-problèmes en Maths : leur utilisation dans les activites numériques au Cours Moyen.

Objectifs: A partir des difficultés rencontrées par des élèves de C.M.
- Menée d'une réflexion sur les contenus.
- Mise en place d'activités à réaliser avec des enfants.
- Analyse des résultats de ces activités , modalités de régulation

Contenus de formation: A partir de mises en situation , étude des points suivants:
- Situations-problèmes.
- Opérations (en particulier la division).
- Relations numériques (proportionnalité ..).
- Les décimaux.

Fonctionnement: 1) 1ère Semaine:travail sur les contenus définis ci-dessus, élaboration de projets à réaliser dans les classes.
2)Mise en place des activités avec les enfants durant l'interstage.
3)2ème Semaine a l'E.N.:analyse des activités réalisées ; Prolongements

Attention: le stage implique un travail le mercredi 25/05 compte tenu du lundi de Pentecôte.

Equipe d'encadrement: G. BELLIER-Mr PHILIPPE-M.T MAUGUIN-A. LEMOINE-J MILLET.

PEDAGOGIE DES MATHEMATIQUES A L'ECOLE ELEMENTAIRE

Promouvoir une démarche d'éveil dans une pédagogie constructiviste qui pourrait porter sur les thèmes suivants :
- élaboration des structures opératoires (C.P. au C.M.)
- programmation d'activités géométriques (C.P. au C.M.)
- Extensions de la notion de nombre (C.M.)
- pédagogie du problème (C.E. et C.M.)

responsable : M. GRANIER, I.D.E.N. VANNES 4

Equipe d'encadrement : I.D.E.N., P.E.N., C.P.E.N., C.P.A.I.D.E.N., etc...

Durée : 1 semaine

Lieux : plusieurs lieux possibles en fonction des candidatures exprimées

Recrutement : du C.P. au C.M.2

CALCULER SUR LES NOMBRES : CALCUL MENTAL, CALCUL RAPIDE, CALCUL APPROCHE PROCEDURES DE CALCUL - SITUATIONS - PROBLEMES

Faciliter la maîtrise des objectifs relatifs à ces domaines, par l'utilisation d'outils (calculatrice, jeux électroniques, informatique... outils fabriqués et outils conceptuels). Aider les maîtres à concevoir et élaborer certains de ces outils. Aider les enseignants à analyser les démarches et stratégies mises en jeu par l'enfant dans ces activités mathématiques.

Responsable : M. DUBRULLE, I.D.E.N.

EEquipe d'encadrement : I.D.E.N., P.E.N. de mathématiques, C.P.A.I.D.E.N., Animateur

Durée : 1 semaine

Lieu : VANNES ou décentralisé

Recrutement : Eccle élémentaire, de préférence CE2-CM

8.1. - LES REPERAGES A L'ECOLE MATERNELLE

Finalité : Il s'agit, par le biais de cette notion de repérage, d'aborder les apprentissages que réalise l'enfant d'âge préélémentaire dans des domaines aussi variés que la mathématique, les sciences humaines et expérimentales et l'expression sous ses différentes formes (orale, écrite, plastique, corporelle et musicale). Ce stage sera aussi l'occasion de déceler, par l'utilisation du matériel, quelle peut être, dans ces apprentissages, la contribution de la micro-informatique

Objectifs généraux :
Rendre les enfants capables :
- de chercher, d'utiliser, de construire des repères
- d'explorer le monde des objets et des faits (origine, transformation, aboutissement)
- de lire, d'élaborer, de concrétiser et d'exploiter des représentations
- de conquérir et d'ordonnancer des espaces à deux dimensions (plan, feuille, écran...) et des espaces a trois dimensions.

en rendant les enseignants capables :
- de déterminer les objectifs évaluables
- de choisir des moyens
- d'utiliser et d'élaborer des outils
- de mettre en place des situations différenciées
- d'évaluer l'action.

Responsable : G. DUBRULLE ou J. GRANIER ou J.H. SEVESTRE ou J. THERY selon la localisation.

Equipe d'animation :	G. DUBRULLE	Y. LEDANY	J. COUALCH	A. GIULY	C. BOUVIER
et/ou	J. GRANIER		H. NOUAIL	A. GUICHAOUA	J. CONAS
	J.M. SEVESTRE		S. RAVIZE	M. THEBAULT	
	J. THERY				

Public : 20-30 stagiaires - recrutement départemental - prioritairement : enseignement préélémentaire
- éventuellement : cycle préparatoire

Durée : 3 semaines

Lieu : plusieurs lieux possibles, selon les candidatures

Achevé d'imprimer sur les presses de l'Université de NANTES : le
Dépot légal 4 ème Trimestre 1987