



HAL
open science

Accompagnement en mathématiques de professeurs des écoles nouvellement nommés dans des écoles de milieux défavorisés de l'analyse de pratiques à des scénarios de formation : (ZEP/REP). Rapport de recherche (volume 1).

Monique Pézard, Pascale Masselot, Nathalie Sayac, Denis Butlen

► To cite this version:

Monique Pézard, Pascale Masselot, Nathalie Sayac, Denis Butlen. Accompagnement en mathématiques de professeurs des écoles nouvellement nommés dans des écoles de milieux défavorisés de l'analyse de pratiques à des scénarios de formation : (ZEP/REP). Rapport de recherche (volume 1).. IREM de Paris. IREM de Paris, 56, 2007, Cahier de DIDIREM, René Cori, 2-86612-287-9. hal-02146168

HAL Id: hal-02146168

<https://hal.science/hal-02146168>

Submitted on 3 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

CAHIER DE DIDIREM

**DE L'ANALYSE DE PRATIQUES A DES SCENARIOS DE
FORMATION : ACCOMPAGNEMENT EN MATHÉMATIQUES DE
PROFESSEURS DES ECOLES NOUVELLEMENT NOMMES DANS
DES ECOLES DE MILIEUX DEFAVORISES (ZEP/REP)**

RAPPORT DE RECHERCHE (VOLUME 1)

**(GROUPE DE RECHERCHE SUR LES PRATIQUES DES ELEVES ET DES
ENSEIGNANTS EN MATHÉMATIQUES,**

**IUFM DE CRETEIL, UNIVERSITE PARIS 12, EQUIPE DIDIREM,
UNIVERSITE DENIS DIDEROT PARIS 7)**

(BUTLEN D., CHARLES PEZARD M., MASSELOT P., SAYAC N.)

DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

UNIVERSITE PARIS 7 – DENIS DIDEROT

**DE L'ANALYSE DE PRATIQUES A DES SCENARIOS DE
FORMATION : ACCOMPAGNEMENT EN MATHEMATIQUES DE
PROFESSEURS DES ECOLES NOUVELLEMENT NOMMES DANS
DES ECOLES DE MILIEUX DEFAVORISES (ZEP/REP)**

RAPPORT DE RECHERCHE (VOLUME 1)

**(GROUPE DE RECHERCHE SUR LES PRATIQUES DES ELEVES ET DES
ENSEIGNANTS EN MATHEMATIQUES,**

**IUFM DE CRETEIL, UNIVERSITE PARIS 12, EQUIPE DIDIREM, UNIVERSITE
DENIS DIDEROT PARIS 7)**

(BUTLEN D., CHARLES PEZARD M., MASSELOT P., SAYAC N.)

De l'analyse des pratiques à des scénarios de formation : accompagnement en mathématiques de professeurs des écoles nouvellement nommés dans des écoles de milieux défavorisés (ZEP)

Rapport de recherche (Volume 1)

SOMMAIRE	3
PREMIERE PARTIE : PROBLÉMATIQUE, CADRE THEORIQUE	9
1 Les pratiques enseignantes.....	11
2 La formation des pratiques des Professeurs des Ecoles enseignant les mathématiques..	13
3 Nos hypothèses.....	14
DEUXIEME PARTIE : INGENIERIE DE FORMATION ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE	17
1 Les situations de formation.....	19
1.1 Situation d'information et de questionnement (S.I.Q.).....	19
1.2 Situation de Compagnonnage (S.C.).....	21
1.3 Situation d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.E.M.).....	22
1.4 Le cas particulier d'un accompagnement duel.....	23
2 Méthodologie de recueil et d'Analyse des données.....	25
2.1 Les enseignants concernés.....	25
2.2 Le recueil des données.....	25
2.3 L'analyse des données.....	25
2.4 Une question méthodologique : la double position de chercheur et de formateur dans la mise en œuvre et l'évaluation d'une ingénierie de formation.....	28
3 L'ingénierie de formation.....	31
3.1 Les stages d'adaptation à la prise de fonction.....	31
3.2 Le stage d'école (février 2005).....	44
3.3 Situations d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.E.M.).....	52
3.4 Situations de compagnonnage (SC) : aides demandées et réponses apportées.....	55
TROISIEME PARTIE : PREMIERS RESULTATS ET PISTES DE TRAVAIL	57
1 Les effets de la formation à court et moyen terme.....	59
1.1 A propos du rattachement des pratiques des professeurs débutants à un i-genre.....	59
1.2 Cas particulier de l'accompagnement duel.....	64
2 Conclusion.....	67
BIBLIOGRAPHIE	68
ANNEXES	71
1 Annexe 1 : Grilles d'analyse des séances.....	73
1.2 deuxième partie.....	74
1.3 Troisième partie.....	75
2 Annexe 2 : protocole d'une séance de CE2 : résolution du problème : les daltons....	77
2.1 Analyse des productions des élèves.....	77
2.2 Rappels à l'ordre par épisodes.....	78
2.3 Transcription de la séance :.....	78

3	Annexe 3 : Aider l'élève « juste ce qu'il faut », Un exemple d'Organigramme d'aide...	93
3.1	Les démarches susceptibles de conduire à la solution.....	94
3.2	Les difficultés à surmonter.....	94
3.3	Un organigramme d'aides adaptées aux démarches des élèves.....	96
4	Annexe 4 : étude de différents matériels de numération.....	99
4.1	Matériel proposé	99
4.2	Mise en situation.....	99
4.3	Synthèse par les formateurs.....	99
4.4	Des exemples d'activités.....	101
4.5	Place de la manipulation en mathématiques.....	101
5	Annexe 5 : Document ressource sur le calcul mental.....	103
5.1	Jeux pouvant être proposés à tous les niveaux.....	103
5.2	Activités en liaison avec la numération.....	104
5.3	Points d'appui pour la mémorisation.....	105
5.4	Activités en liaison avec les opérations.....	106
5.5	Résolution mentale de problèmes.....	109
5.6	Modalités de mise en œuvre.....	109
6	Annexe 6 : document ressource sur la géométrie.....	111
6.1	Géométrie au CP-CE1.....	111
6.2	Géométrie plane au CE1-CE2.....	113
6.3	Géométrie planes au CM1-CM2.....	118
6.4	Les solides : Les classes de problème.....	122
7	Annexe 7 : document ressource sur les problèmes numériques standards.....	127
7.1	Tableau n°1 : critères de construction des problèmes.....	127
7.2	Enoncés des 24 problèmes du test.....	127
8	Annexe 8 : Quelques éléments de la séance observée au cours du stage d'école.....	131
9	Annexe 9 : trame de l'exposé sur la numération.....	135
9.1	Les situations d'échanges pour travailler l'écriture du nombre.....	135
9.2	Les situations de groupements (rendus nécessaires quand il s'agit de dénombrer des collections importantes).....	135
9.3	Les situations qui amènent à repenser les groupements par rapport aux échanges...135	135
9.4	Les situations de découverte du point de vue algorithmique (dans les deux systèmes de numération) qui amènent à regarder comment s'enchaînent les écritures.....	136
9.5	Les situations d'exploration des règles de la numération orale (écrite avec des mots traduits par des nombres).....	136
9.6	Les situations autour du passage de la numération écrite (chiffrée) de position à la numération orale (utilisant des mots).....	136
10	Annexe 10 : des procédures personnelles aux procédures expertes.....	137
11	Annexe 11 : Des pistes pour adapter ERMEL à des élèves de ZEP.....	141
11.1	Elaguer complètement une ou plusieurs situations dans une progression donnée..141	141
11.2	Changer l'ordre des situations dans la progression proposée.....	142
11.3	Elaguer seulement la dernière phase d'une situation.....	142
11.4	« Alléger » la situation par le choix des variables didactiques :.....	143
11.5	Etre moins exigeant dans la formulation écrite des procédures.....	143
11.6	Importance de l'ancrage du nouveau dans l'ancien : nécessité de phases de rappel plus nombreuses, plus régulières.....	144
11.7	Importance de l'institutionnalisation.....	144
11.8	A propos des T.O. : Un manque d'institutionnalisation dans ERMEL.....	148
12	Annexe 12 : Aides apportées (situations de compagnonnage).....	147
12.1	Quelques éléments sur la technique opératoire de l'addition.....	147

12.2	Suggestions pour la préparation d'une séquence sur la multiplication au CE2 :..	147
12.3	Suggestions pour une progression sur la division au CM1 :.....	148
12.4	Quelques éléments de progression sur la notion d'aire au CM.....	149

Il s'agit du premier volume du rapport de recherche intermédiaire du Groupe de Recherche sur les Pratiques des Elèves et des Enseignants en Mathématiques de l'IUFM de Créteil, Université de Paris 12. Ce groupe comporte trois enseignants-chercheurs de l'IUFM de Créteil (Butlen Denis, Charles-Pézarid Monique, Sayac Nathalie) et un enseignant-chercheur de l'IUFM de Versailles - Université Cergy-Pontoise (Masselot Pascale). Ont aussi participé à cette recherche Vannier Marie-Paule (IUFM de Nantes) et Breigeat Chedlia (ATER à l'IUFM de Créteil). Cette recherche a été co-financée par l'IUFM de Créteil et l'Equipe DIDIREM de Paris 7.

Nous nous intéressons aux pratiques de Professeurs des Ecoles débutants enseignant les mathématiques dans des écoles de ZEP / REP scolarisant des élèves issus de milieux très défavorisés. Après avoir précisé dans une première partie le cadre théorique dans lequel nous travaillons, nous décrivons dans la deuxième partie le scénario de formation et la méthodologie de recherche puis nous esquissons dans une troisième partie quelques résultats au terme de deux années de la recherche.

PREMIERE PARTIE : PROBLEMATIQUE, CADRE THEORIQUE

Partant de l'identification de manques dans la formation initiale des Professeurs des Ecoles pour enseigner en ZEP, nous nous proposons de construire, expérimenter et évaluer un scénario de formation. Il s'agit d'accompagner des Professeurs des Ecoles affectés en première nomination en ZEP durant leurs deux premières années d'exercice. Notre but est d'agir sur les pratiques des professeurs afin d'améliorer les apprentissages des élèves de milieux socialement défavorisés mais aussi d'accroître l'efficacité des enseignants concernés et d'améliorer leurs conditions d'exercice du métier au quotidien.

Cette recherche permet également d'approfondir et d'affiner notre précédent travail de catégorisation des pratiques. Elle devrait notamment amener à mieux comprendre comment se construisent la cohérence et la cohésion des pratiques des enseignants débutants, quels sont les déterminants qui conduisent les Professeurs des Ecoles à s'inscrire dans un i-genre donné (Butlen, Peltier, Pézard, 2002), cela en repérant les effets d'une formation ciblée sur la prise de fonction en milieu difficile. De plus, elle devrait permettre de mieux cerner les différents types de contraintes auxquelles sont assujettis ces enseignants et les marges de manœuvre qui leur restent.

1 LES PRATIQUES ENSEIGNANTES

Par pratiques, nous entendons tout ce que l'enseignant fait et qui a trait à son enseignement avant, pendant et après la classe. Pour les analyser, nous adoptons une double approche didactique et ergonomique (Robert 2001, Rogalski 2000).

Nous utilisons les outils de la didactique (notamment ceux relevant de la théorie des situations) pour identifier les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves ainsi que pour mesurer les effets potentiels des pratiques enseignantes sur les apprentissages scolaires. L'approche ergonomique nous permet de considérer l'enseignant comme un adulte exerçant un métier rémunéré dans un cadre institutionnel et social donné. Pour analyser l'environnement mathématique dans lequel sont placés les élèves, nous utilisons la distinction entre tâche et activité d'une part, entre tâches prescrite, attendue et effective d'autre part (Leplat J. 1983, 1997, Rogalski J. 2000).

Nous admettons que les pratiques enseignantes sont complexes, cohérentes et stables. De nombreuses recherches reprennent et développent ces caractéristiques qui semblent être des conditions internes à l'exercice du métier (Robert 2001, Blanchard-Laville et Nadot 2000, Goigoux 1997). Celles-ci déterminent des normes que tout professeur doit respecter s'il ne veut pas être marginalisé par rapport à ses collègues. Pour rendre compte de cette complexité et pour mieux cibler nos interventions, nous reprenons la méthodologie d'analyse en cinq composantes définie par Robert (2001) : cognitive, médiative, personnelle, institutionnelle et sociale.

La composante cognitive concerne l'organisation des savoirs, à court, moyen ou long terme, prévue par l'enseignant, les scénarios associés, les itinéraires cognitifs (Robert 2001) prévus pour les élèves. Elle concerne également les mathématiques potentiellement ou effectivement pratiquées pendant la classe.

Dans la composante médiative, nous regroupons plusieurs éléments : le discours du professeur et les modes d'interactions en classe des différents acteurs portant à la fois sur des contenus mathématiques et sur des comportements en précisant comment l'enseignant organise dans sa classe les médiations entre les élèves, lui et le savoir (dévolution des tâches, discours d'accompagnement, modalités d'aides, prise en compte des élèves).

La composante personnelle comporte les éléments concernant les conceptions des professeurs sur les mathématiques, l'enseignement et l'apprentissage. Nous y incluons l'histoire personnelle du professeur en tant qu'élève, stagiaire, professeur titulaire, du moins celle que nous pouvons reconstituer sans faire appel aux outils de la psychanalyse. Elle regroupe également des éléments relatifs aux conceptions du professeur sur le public auquel il s'adresse (niveau de compétence supposé, connaissances et comportements attendus, apprentissages envisagés, etc.).

La composante sociale contient des éléments de réponse à des questions posées par l'environnement social de l'école. Divers travaux (Bourdieu & Passeron 1970, Charlot 1992, B. Lahire 1993) ont montré que l'origine socio-économique et culturelle des élèves de quartiers défavorisés avait une incidence directe ou indirecte sur leur rapport à l'école et leur rapport au savoir et intervenait dans les processus d'apprentissage. L'influence de ces facteurs culturels et sociaux est relativement difficile à cerner. De plus, la multiplicité des cultures d'origine des élèves accroît les risques d'interprétations erronées. Il est indéniable que le milieu social dans lequel se situe l'école assujettit les professeurs à de nombreuses contraintes qui peuvent peser fortement sur leurs pratiques.

Dans la composante institutionnelle, nous répertorions ce qui semble être des effets sur les pratiques des diverses contraintes institutionnelles. Les pratiques des maîtres sont marquées par les institutions des différents niveaux de la hiérarchie du système éducatif : le ministère de l'Education Nationale (programmes, horaires, projets divers, etc.), l'Académie (politique rectorale des ZEP), la circonscription (moyens, encadrement, valorisation éventuelle de certaines écoles), le réseau ZEP (projet spécifique, équipe éducative, formation), l'école et son équipe pédagogique (poids de la direction, choix des manuels scolaires, présence de structures d'aide spécialisée, stabilité et ouverture de l'équipe pédagogique), la classe (nombre d'élèves, qualité des locaux, matériel disponible).

Ces deux dernières composantes nous permettent d'approcher la manière dont les enseignants assument et négocient leur assujettissement aux contraintes sociales et institutionnelles. Par cette négociation implicite, chaque professeur se détermine une certaine marge de manœuvre. Nous définissons l'investissement de cette marge à l'aide d'éléments relevant des trois premières composantes. Nous analysons comment, sous ces contraintes, les professeurs élaborent des itinéraires cognitifs pour leurs élèves ainsi que la manière dont ils interagissent avec eux tant au niveau du savoir que des comportements.

Nous reprenons aussi l'idée développée par Pastré (1995, 1996) selon laquelle les pratiques font intervenir deux systèmes de pensée, l'un lié au projet de l'enseignant et donc à ses représentations, l'autre lié à l'action. Une formation a ainsi pour but de mettre en synergie ces deux systèmes parfois contradictoires.

Cette recherche s'appuie sur des résultats de nos recherches antérieures (Butlen, Peltier, Pézard 2002) qui ont montré que les professeurs des écoles enseignant les mathématiques en milieux difficiles (ZEP) sont soumis à des contradictions. Elles nous ont également permis d'établir une première catégorisation de pratiques effectives en trois i-genres. Cette catégorisation prend en compte la double mission d'enseignement et d'éducation du professeur des écoles en distinguant les i(instruction)-genres des e(éducation)-genres.

Un de ces i-genres (le i-genre 2) est très majoritaire. Il se caractérise par des scénarios d'enseignement faisant une part importante à la présentation collective des activités, par des phases de recherche individuelle très courtes voire inexistantes, par une individualisation très forte des itinéraires cognitifs et des aides apportées par le professeur. Cette individualisation systématique des activités proposées comme du traitement des comportements se traduit par une algorithmisation et une parcellisation des activités, par un découpage des tâches en tâches élémentaires. Elle s'accompagne au quotidien d'un abaissement des exigences de la part du maître. Les phases de synthèse, de bilan et d'institutionnalisation sont quasi inexistantes.

Un deuxième i-genre (le i-genre 1) est proche du i-genre majoritaire mais s'en distingue notamment par la part quasi nulle accordée aux présentations collectives des activités.

Un troisième i-genre (le i-genre 3), très minoritaire, se caractérise par des scénarios basés sur des problèmes engageant les élèves dans une réelle recherche et comportant quasi systématiquement des phases de synthèse, de bilan et des institutionnalisations locales ou plus générales. Les apprentissages comme les comportements sont traités collectivement.

2 LA FORMATION DES PRATIQUES DES PROFESSEURS DES ECOLES ENSEIGNANT LES MATHÉMATIQUES

Au cours d'entretiens, les Professeurs des Ecoles débutants déclarent que leur formation ne les prépare pas suffisamment à enseigner en milieux socialement défavorisés. D'autres recherches (Masselot 2000, Butlen 2004) montrent qu'en formation initiale les questions qui relèvent du domaine cognitif des pratiques sont trop souvent abordées indépendamment de celles qui relèvent du domaine médiatif et généralement traitées par des formateurs de catégories différentes. De même, les travaux de Portugais (1998), Vergnes (2000), Ngonu (2003) mettent en évidence les effets limités d'une formation, même très adaptée au public visé, sur les pratiques des Professeurs des Ecoles.

L'ingénierie de formation proposée prend en compte les résultats de différentes recherches sur les stratégies de formation (Houdement, Kuzniak 1996), notamment celle relevant du compagnonnage ou celle visant à développer une attitude réflexive chez le professeur des écoles débutant décrite par Butlen (2004). Nous nous appuyons également sur les travaux de Perrenoud (2001) sur la « pratique réflexive ». Il s'agit de permettre aux professeurs de prendre conscience des difficultés rencontrées grâce à un retour réflexif sur leur propre pratique. Par une « réflexion sur l'action », il s'agit de favoriser l'appropriation de savoirs qui fonctionnent dans l'action (Schön 1994) mais qui ne sont pas forcément explicites pas ceux qui les maîtrisent. Nous optons ainsi pour l'approche de Schön (1987) qui privilégie la réflexion sur l'action pour faire évoluer les pratiques.

3 NOS HYPOTHESES

Tout d'abord, nous pensons qu'il est indispensable d'avoir accès et de prendre en compte la logique des pratiques effectives de chaque enseignant pour pouvoir intervenir sur ces pratiques. Cette hypothèse se fonde sur les résultats de travaux visant à évaluer les effets d'une formation initiale (Masselot 2000, Portugais 1998) ou continue (Vergnes 2000). En particulier, nous retenons l'idée que, pour avoir un effet, une formation doit rencontrer la logique de fonctionnement du professeur formé ou bien répondre à des préoccupations personnelles et professionnelles. Ainsi, nous nous proposons de construire des situations de formation qui permettront d'entrer en résonance, même de manière limitée, avec les représentations des formés sur les mathématiques, leur enseignement et le public auquel ils s'adressent. Nous nous appuyons pour cela sur l'idée de l'existence probable de moments cruciaux pour la formation dans la constitution de l'expérience professionnelle (Robert, 2001).

Nous nous plaçons toutefois dans une démarche « holistique » (Robert, 2005) prenant suffisamment en compte la complexité des pratiques, les différentes recompositions nécessaires à une interrogation de celles-ci, notamment celles qui sollicitent les dimensions personnelle, professionnelle, institutionnelle et sociale selon les professeurs concernés. Cela nous amène par exemple à penser qu'accroître le confort des enseignants de ZEP contribue à favoriser l'efficacité de l'enseignement.

Nous nous proposons d'intervenir sur les pratiques en cours de stabilisation des nouveaux Professeurs des Ecoles dans le but de les enrichir.

Qu'entendons-nous par « enrichir les pratiques existantes » ?

Il s'agit pour nous d'élargir le champ des possibles pour l'enseignant. Notre but est de diversifier les modalités d'investissement des marges de manœuvre qui lui restent. Il s'agit de présenter la diversité des stratégies d'enseignement possibles, de préciser les différents types d'activités à proposer aux élèves et d'enrichir ainsi les contenus mathématiques abordés. Cela devrait amener le Professeur des Ecoles à adapter des situations d'apprentissage (trop souvent construites pour un public élève standard) en vue d'un enseignement en ZEP prenant en compte les difficultés spécifiques de ce public tout en assurant les apprentissages visés par la scolarité obligatoire.

L'état des recherches sur l'enseignement des mathématiques en ZEP ne permet pas actuellement de définir ce que pourraient être de « bonnes pratiques ». Il permet en revanche de signaler des dérives (Butlen, Peltier, Pézard, 2002) qui pourraient s'avérer des sources potentielles de différenciation ou contribuer à aggraver les différences existantes entre élèves issus de divers milieux socioculturels. De ce fait, nous ne visons pas un changement brutal et complet des pratiques existantes mais nous faisons l'hypothèse qu'un enrichissement des pratiques individuelles permettrait de limiter ces dérives (algorithmisation trop grande des tâches, individualisation non contrôlée, défaut de savoirs institutionnalisés lors de moments collectifs, quasi disparition des phases de synthèse collective, etc.).

Il nous paraît indispensable dans ce but de montrer la diversité des réponses apportées par les enseignants (y compris débutants) aux contraintes auxquelles les professeurs des écoles sont soumis ; notamment en comparant les stratégies d'enseignement liées aux différents i-genres et leurs effets. Il nous paraît en particulier important de préciser les gestes et routines professionnels associés à ces types de pratiques.

Les recherches que nous avons menées sur les élèves en difficulté en mathématiques montrent qu'une réponse possible pour l'enseignant est de jouer sur la diversité des situations proposées aux élèves, sur celle des leviers mobilisés : calcul mental, recours à l'écrit, débat collectif, changement de cadres (Butlen, Pézard, 2002), sur les différentes formes de travail possibles, etc. L'enrichissement des pratiques telle que nous l'envisageons devrait favoriser la mise en œuvre au quotidien de telles diversités.

Notre but est de contribuer à la recherche des conditions liées aux pratiques enseignantes permettant à terme à un enseignement de mathématiques de surmonter les difficultés des élèves. Cela amène en particulier à soulever la question de l'existence potentielle de solutions à l'intérieur même des pratiques professionnelles existantes. Le collectif enseignant dans son état actuel possède-t-il déjà ou en germe les réponses aux difficultés d'apprentissage des élèves ? Ces solutions éventuelles sont-elles généralisables ? Dans quelle mesure sont-elles liées aux spécificités individuelles (de l'enseignant comme des élèves) ?

Nous avons élaboré une ingénierie de formation visant à accompagner des Professeurs des Ecoles débutants, affectés à l'issue de leur formation initiale en ZEP scolarisant une population particulièrement défavorisée socialement. Les pratiques des professeurs débutants n'étant pas encore stabilisées, nous faisons l'hypothèse qu'il sera plus aisé d'intervenir sur ces pratiques dans le but de les enrichir.

Cette ingénierie s'organise autour de quatre dialectiques.

La première dialectique concerne les deux stratégies de formation principalement mises en œuvre : une démarche de compagnonnage et une démarche réflexive. Le compagnonnage fait intervenir des acteurs de catégories différentes. Le professeur débutant entre en relation avec ses pairs (débutants ou plus anciens) mais aussi avec des formateurs de différentes catégories (professeurs spécialisés dans l'enseignement d'une discipline particulière, psychologues, Professeurs des Ecoles exerçant comme Conseillers Pédagogiques). Il s'agit en même temps de développer une attitude réflexive chez les enseignants débutants. En situation problématique, comme c'est le cas en ZEP, il y a nécessité de réfléchir sur tous les éléments qui sont convoqués, souvent de manière imbriquée et implicite dans toute pratique d'enseignement : identifier la tâche à réaliser par l'élève, le contexte de la réalisation de cette tâche, les techniques et connaissances mobilisées pour la résoudre, les limites de cette réalisation, les adaptations possibles dans une nouvelle tâche, etc.

La deuxième dialectique concerne les modalités de formation. Certaines situations ciblent un professeur particulier et relèvent d'un accompagnement individuel alors que d'autres s'adressent à l'ensemble des professeurs concernés par la recherche.

La troisième dialectique vise à mettre en relation les expériences personnelles de chaque professeur débutant, considérées dans leur contexte particulier, et une expérience relevant d'un collectif enseignant, reformulé, reconstitué, recomposé par un formateur engagé dans des recherches sur les pratiques enseignantes et sur les pratiques de formation.

Ce jeu sur les stratégies et les modalités de formation comme sur l'expérience professionnelle acquise personnellement ou collectivement devrait permettre à l'enseignant de prendre conscience des marges de manœuvre possibles et d'explorer diverses manières de les investir, de repenser ses expériences à l'aune de ce que l'on sait sur les contraintes spécifiques aux ZEP, sur les contradictions à gérer, sur les différents modes de réponses possibles.

La quatrième dialectique joue sur le niveau (local ou global) d'intervention sur les pratiques. Nous faisons l'hypothèse qu'il est possible d'interroger la logique d'un enseignant de ZEP et d'initialiser des changements dans sa pratique, pourvu que ces derniers soient suffisamment locaux et ne remettent pas trop en cause cette logique. Il s'agit d'éviter des rejets qui pourraient s'avérer violents. Nous nous appuyons pour cela sur les travaux de Butlen (2004) portant sur l'organisation des pratiques enseignantes, notamment sur les gestes professionnels et les routines.

**DEUXIEME PARTIE : INGENIERIE DE FORMATION ET
METHODOLOGIE DE RECHERCHE**

1 LES SITUATIONS DE FORMATION

Cette ingénierie vise donc à améliorer les apprentissages des élèves de milieux socialement défavorisés en accroissant l'efficacité des enseignants ainsi que leur confort dans l'exercice du métier. Elle consiste à accompagner les Professeurs des Ecoles affectés en première nomination en ZEP lors de leurs deux premières années d'exercice. Elle comporte trois types de situations de formation organisées autour des quatre dialectiques précédentes.

Notre but est de mieux comprendre comment se forment les pratiques enseignantes en intervenant sur ces pratiques, Il s'agit d'étudier les rapports entre les interventions des formateurs, leurs effets sur les pratiques des enseignants concernés et les éventuelles résistances observées.

Nous allons décrire successivement ces trois types de situations de formation.

1.1 Situation d'information et de questionnement (S.I.Q.)

Il s'agit d'initialiser un questionnement chez l'enseignant tout en lui apportant des informations et des ressources. Ce premier type de situation est proposé dans un cadre collectif et comporte trois entrées.

Une première entrée concerne l'adaptation de situations d'apprentissage et de programmations en vue d'un enseignement en ZEP, en prenant en compte un double point de vue cognitif et médiatif. Il nous semble en effet que ces deux aspects doivent sans cesse être liés car l'action sur la composante cognitive seule ne suffit pas : il faut aider le futur enseignant à gérer la mise en actes de son projet et donc prendre en compte la composante médiative. La question de l'adaptation des scénarios standard à un public de ZEP doit être particulièrement travaillée, notamment par un jeu sur les variables didactiques. Nous pouvons définir plusieurs critères susceptibles de guider cette adaptation.

Le degré de complexité et la durée des situations : les situations d'apprentissage qui ont été proposées en formation initiale ou qui sont décrites dans certains manuels sont souvent issues ou inspirées par des ingénieries didactiques construites à l'occasion de recherches testées dans des classes « ordinaires »¹. Il s'agit de repenser ces situations avec les professeurs débutants en vue d'un enseignement prenant en compte les spécificités de leur public, afin qu'ils puissent proposer des situations suffisamment complexes pour que la notion abordée puisse prendre du sens mais suffisamment simples pour que les élèves puissent mobiliser les connaissances nécessaires pour s'engager dans l'activité. De plus, nous avons observé une usure rapide des situations devant des élèves en difficulté. Les professeurs doivent en tenir compte sans pour autant oublier que tout apprentissage demande du temps.

Le découpage de la tâche : dans les pratiques dominantes du genre majoritaire observé, nous avons souvent relevé un découpage quasi systématique de la tâche de l'élève en tâches élémentaires le plus simplifiées possible. Si les activités algorithmisées se justifient dans les phases d'entraînement, les situations d'apprentissage, notamment de notions nouvelles, doivent laisser à l'élève une part d'initiative, en particulier un temps de recherche réel.

¹ Il s'agit de classes ne présentant pas de complexité particulière : effectif raisonnable, un seul niveau, non classement en ZEP ...

Le contexte des situations : elles peuvent être choisies dans des contextes variés non nécessairement proches du vécu des élèves contrairement à une pratique assez répandue, notamment en ZEP. Cette pratique se fonde sur l'idée que le choix d'un contexte proche du vécu des élèves va faciliter la dévolution du problème et montrer l'utilité des mathématiques dans la vie courante. Or nous avons pu constater à plusieurs reprises des effets pervers de cette pratique (Ngono B., 2003) : les élèves se situent dans un domaine de rationalité autre que les mathématiques et l'enseignant se trouve alors confronté à une difficulté supplémentaire. Souvent il ne peut résister aux malentendus ainsi créés et à défaut d'anticipation, il ne réussit pas à revenir au problème mathématique initial.

L'ancrage du nouveau dans l'ancien : les élèves de ZEP présentent souvent un manque de confiance en leurs capacités et un manque d'assurance dans leurs compétences déjà acquises. Des phases de rappels plus nombreuses et plus régulières (Perrin-Glorian, 1993, Butlen, Pézard, 2003) permettent alors de rassurer les élèves, de leur donner certains repères et de les aider à prendre du recul par rapport à leurs connaissances. Il s'agit de mettre en relation les différentes activités et d'ancrer les connaissances nouvelles dans les connaissances anciennes.

Les scénarios étudiés en formation doivent être facilement réinvestissables par les enseignants débutants. Cette étude peut se faire à partir de certains contenus qui nous semblent emblématiques à la fois pour l'apprentissage des élèves et pour l'enseignement des mathématiques. Pour notre part, nous avons choisi le calcul mental, la géométrie et la résolution de problèmes classiques.

Le calcul mental est en général une activité motivante pour les élèves qui les incite à prendre des initiatives, à expliciter et comparer des procédures. Côté enseignant, le calcul mental demande une gestion particulière de la classe : organisation rituelle, nécessité de moments collectifs d'explicitation des procédures, moment de négociation du contrat didactique... Enfin, en ZEP, les élèves rencontrent souvent des difficultés de lecture. La résolution de problèmes formulés oralement peut alors être l'occasion d'éliminer ces difficultés et de travailler directement des notions mathématiques. Nous avons proposé aux professeurs un document ressource présentant différentes activités de calcul mental à différents niveaux.

La géométrie est un domaine mathématique souvent mal maîtrisé par les Professeurs des Ecoles qui ont en majorité une formation universitaire antérieure peu scientifique. De plus, beaucoup de fichiers présentent des activités géométriques assez pauvres. La géométrie peut être l'occasion de « revaloriser » certains élèves de ZEP, de mettre en évidence de réelles capacités. Comme pour le calcul mental, nous avons fourni aux enseignants débutants un document ressource présentant différents types d'activités géométriques empruntées à différents manuels de l'élève. Cela nous a amené à mettre en évidence des variables didactiques ou autres dans des activités de reconnaissance, de description, de reproduction et de construction de figures planes, à évoquer la variété des supports et diverses modalités de gestion de la classe. Le domaine de la géométrie est un lieu privilégié pour montrer l'intérêt d'une analyse a priori notamment celui de l'anticipation des aides à proposer.

La résolution de problèmes occupe une place importante dans l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire. Les élèves de ZEP ont beaucoup de difficultés dans ce domaine et les enseignants se sentent souvent démunis face à ces difficultés mais aussi face à la variété des types de problèmes et des formes d'activités associées.. Nous privilégions les problèmes classiques qui sont des problèmes ne présentant pas de difficulté particulière, mettant en jeu une (ou éventuellement plusieurs) opérations et pour lesquels une automatisation est visée. Un des objectifs principaux d'un professeur de ZEP doit être que ses élèves sachent résoudre ces problèmes standard. Comme pour les autres thèmes, un document ressource est fourni. Nous insistons sur la nécessité de construire le sens, sans en faire un préalable à une automatisation : sens et techniques sont pour nous dialectiquement liés (Butlen, 2005). Avant d'utiliser et de maîtriser la procédure experte, l'élève peut passer par des procédures personnelles de plus en plus élaborées.

A partir des documents fournis par les chercheurs, mais aussi à partir d'autres ressources disponibles en mathématiques (livres de l'élève et du maître, documents pédagogiques sur papier ou ressources informatiques (sites Internet), supports matériels divers pour la numération, la géométrie, les jeux...), chaque enseignant débutant peut ainsi se constituer des éléments de programmation contextualisés par rapport à ses propres élèves.

La seconde entrée est centrée sur les gestes professionnels. A partir de protocoles, de vidéos témoignant de pratiques effectives « externes » (mises en œuvre par d'autres professeurs de ZEP que les professeurs accompagnés), il s'agit de s'interroger sur des gestes et routines professionnels, en liaison avec différents genres de pratiques. On pourra en particulier expliciter certains gestes mis en évidence lors de notre recherche précédente et supposés « efficaces » pour l'enseignement en milieu difficile. C'est aussi l'occasion d'une information sur les pratiques existantes en ZEP et sur certaines dérives possibles (individualisation trop importante, absence de phases collectives, notamment d'institutionnalisation, réduction des exigences...). Cette information est initialisée par un questionnement des stagiaires.

La troisième entrée comporte une information sur les contraintes spécifiques aux ZEP, sur les contradictions vécues quotidiennement par les professeurs de ces classes. L'accent peut être mis sur la contradiction entre logique de socialisation et logique d'apprentissage dont le dépassement est un enjeu décisif pour l'enseignement en ZEP. Cette troisième entrée vise à enrichir les représentations des enseignants sur les élèves de ZEP ; elle permet d'apporter une information sur les spécificités des élèves de ces classes en particulier pour éviter de les identifier systématiquement à des élèves en difficulté.

1.2 Situation de Compagnonnage (S.C.)

Contrairement à la situation précédente, les interventions sont ici strictement individuelles et s'adressent à la personne de l'enseignant. La situation de compagnonnage consiste à observer la classe de l'enseignant accompagné et à répondre individuellement aux questions effectives qu'il se pose. Pendant cette phase de compagnonnage, le chercheur est une personne « ressource ». Les réponses apportées sont alors complètement contextualisées et prennent en compte l'interlocuteur. Par ailleurs, nous essayons de répondre sans être trop précis, de manière à laisser une marge de manœuvre et un choix au professeur. Par exemple, pour l'apprentissage de certaines notions, nous donnons des lignes directrices et fournissons plusieurs exemples de situations d'apprentissage qui nous paraissent suffisamment « riches ».

1.3 Situation d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.E.M.)

Cette situation est organisée au sein de groupes restreints. Elle facilite un passage de l'individuel au collectif. Sur la base de témoignages des enseignants débutants, il s'agit de mettre en place une pratique réflexive à partir d'échanges entre pairs et avec les chercheurs. Ces échanges sur les pratiques effectives, sur leur efficacité et leurs limites, permettent d'une part aux enseignants de mettre en commun leurs expériences et d'autre part aux chercheurs de replacer les observations dans la continuité de la classe. Ils amènent les enseignants à passer d'une simple description de leur pratique à une analyse de leurs projets et des mises en actes de ceux-ci. La mixité entre chercheurs et enseignants permet à ces derniers d'enrichir leur lexique dans leur discours sur les pratiques. Ils peuvent ainsi préciser le sens de certains mots rencontrés au cours de leur formation à l'IUFM. Ce retour réflexif sur sa propre pratique, imposé dans un premier temps dans le cadre de la formation, se construit par la suite dans la durée, à partir de nombreuses situations d'échanges sur des sujets variés.

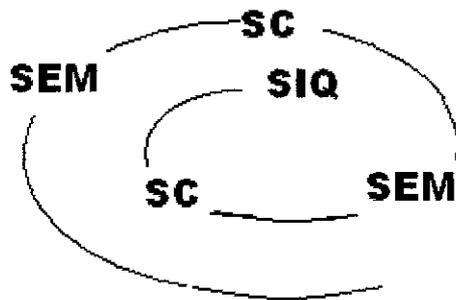
Ces trois types de situations peuvent être repris en prenant encore davantage en compte le contexte de la classe, de l'école ou de l'équipe enseignante. Cela nous amène à considérer une nouvelle situation que nous appelons : situation d'information, d'échange et de questionnement plus contextualisée (S.I.E.Q.C.). Ce n'est pas un quatrième type dans la mesure où il s'agit de reprendre le premier type de situation (S.I.Q.), en particulier le travail sur l'adaptation de scénarios (privilegiés par la formation) à un public de ZEP, mais de manière encore plus contextualisée. C'est l'occasion d'initialiser chez les professeurs accompagnés une pratique réflexive, notamment à partir de l'analyse de pratiques effectives d'un enseignant confirmé de l'école (proche du i-genre minoritaire).

De façon générale, l'ingénierie d'accompagnement doit prendre en compte l'institution. Les situations du premier type (S.I.C.) sont proposées lors du stage de prise de fonction des nouveaux Professeurs des Ecoles qui se déroule soit sur trois semaines en début d'année soit sur trois fois une semaine au cours du premier et du second trimestre. Les situations de compagnonnage, d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.C. et S.E.M.) supposent des observations de classes et des regroupements réguliers entre enseignants accompagnés et chercheurs. Les situations S.I.E.Q.C. peuvent être proposées au cours de stages d'école² concernant une partie ou l'ensemble des enseignants d'une école, en particulier des débutants en seconde année d'exercice (NT2). Cette nouvelle situation n'est réalisable que si la demande de stage, liée à un projet pour l'école, est impulsée et fortement soutenue par la direction de cette école et par l'inspecteur de la circonscription.

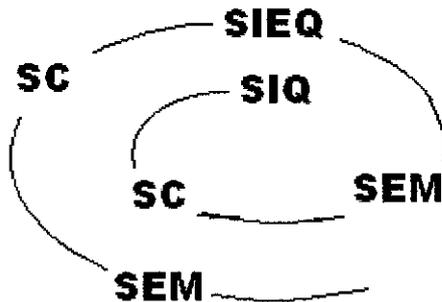
Les situations de type S.C. et S.E.M. peuvent être reprises après une situation S.I.E.Q.C. Selon l'existence ou non d'une situation S.I.E.Q.C., on obtient deux variantes du scénario d'accompagnement correspondant à des développements différents pouvant être schématisés par une spirale. Il s'agit d'amener les enseignants accompagnés vers une analyse réflexive individuelle et/ou collective de plus en plus poussée de leurs pratiques effectives. Pour la première variante, l'enrichissement concerne uniquement les situations de compagnonnage, d'échange et de mutualisation alors qu'il s'appuie en plus sur des situations plus contextualisées (S.I.E.Q.C.) dans le cas de la seconde variante.

Variante 1 :

² Les stages d'école sont des stages de formation continue réservés aux enseignants d'une école volontaire. Ces derniers ont le plus souvent élaboré le thème du stage.



Variante 2 :



1.4 Le cas particulier d'un accompagnement duel

L'accompagnement duel est une variante de la situation de compagnonnage (SC), à une échelle strictement personnelle, c'est-à-dire que le Professeur des Ecoles concerné ne bénéficie pas des autres modalités de formation décrites ci-dessus. Cette situation consiste donc d'une part, à observer les pratiques de classe de l'enseignant concerné et d'autre part à répondre aux besoins exprimés par ce dernier, quelle qu'en soit la nature (situations d'enseignement liées à un contenu spécifique, progression d'enseignement, conseils de gestion, compléments de formation, etc.). Le chercheur est donc à la fois une personne « ressource » à la disposition du professeur mais aussi un observateur des pratiques de ce professeur. Cette double fonction doit être gérée avec beaucoup de circonspection dans la mesure où le chercheur doit chercher à intervenir sur les pratiques du professeur sans avoir une influence trop directe sur elles à travers les ressources fournies. Rappelons que notre objectif est d'enrichir les pratiques des professeurs en diversifiant leurs marges de manœuvre, tout en restant dans leur logique propre d'enseignement. Les réponses fournies doivent donc correspondre aux attentes du professeur sans chercher à transformer profondément et de façon immédiate les pratiques observées.

2 METHODOLOGIE DE RECUEIL ET D'ANALYSE DES DONNEES

2.1 Les enseignants concernés

Nous avons travaillé, pendant leurs deux premières années d'exercice, avec une dizaine de Professeurs des Ecoles débutants affectés dans trois écoles très proches géographiquement et socialement. Ces écoles se situent dans un quartier très défavorisé du département de Seine et Marne (Académie de Créteil). Elles bénéficient des moyens institutionnels accordés aux ZEP, en particulier des classes à effectifs faibles, des enseignants en surnombre. Dans l'une des écoles, la directrice a impulsé un projet autour de la « démarche d'investigation en sciences ». Ces enseignants volontaires se répartissent entre le cycle 2 et le cycle 3 de l'école primaire.

Pour le cas particulier de l'accompagnement duel, les deux professeurs concernés enseignent dans des écoles classées ZEP de Seine-Saint-Denis, en cycle 2 et 3. Un des professeurs a été suivi durant ses trois premières années d'exercice.

2.2 Le recueil des données

Les différentes situations de formation de l'ingénierie sont systématiquement enregistrées afin de pouvoir en analyser la mise en œuvre a posteriori. Les séances de mathématiques conduites par les professeurs accompagnés sont observées par un chercheur et enregistrées et/ou filmées afin de mesurer l'impact sur les pratiques de la formation dispensée. Il en est de même des moments d'échanges organisés entre pairs, en présence des chercheurs. Nous organisons également des entretiens enregistrés en fin d'année scolaire avec les enseignants débutants répartis en binômes (deux Professeurs des Ecoles et deux chercheurs).

2.3 L'analyse des données

Pendant la durée de l'accompagnement, les différentes données recueillies sont partiellement analysées, puis nous effectuons une analyse plus approfondie de l'ensemble du corpus constitué, toujours en utilisant les outils méthodologiques issus de la didactique des mathématiques et de l'approche ergonomique.

Nous essayons d'apporter des éléments de réponses à deux questions :

- Comment se forment les pratiques enseignantes dans les premières années d'exercice du métier, notamment en ZEP ?

Quelle part attribuer dans la construction d'une certaine cohérence des pratiques aux composantes personnelle, institutionnelle et sociale ? Comment les pratiques s'installent-elles ? C'est-à-dire comment se définissent progressivement (ou non) les grands choix des enseignants ? A quel type de stratégies ces choix correspondent-ils ? De quels i-genres les pratiques de ces enseignants relèvent-elles ? Les pratiques se forment-elles de manière continue et linéaire à partir d'une pré-configuration définie pour une part en formation initiale ou bien existe-t-il des moments cruciaux correspondant éventuellement à des ruptures ? Dans quelles mesures le dispositif d'accompagnement intervient-il dans cette construction ?

- Quel est l'impact de notre dispositif d'accompagnement sur la formation des pratiques observées ? Quelles sont les modalités possibles de dépassement des contradictions (explicitées ci-dessus) auxquelles sont soumis les enseignants de ZEP observés, notamment celle existant entre les logiques de socialisation et d'apprentissage ?

Pour répondre à ces questions, nous sommes amenés à définir des indicateurs. Certains indicateurs ont déjà été précisés dans nos recherches antérieures, en particulier ceux qui nous permettent de définir les i-genres (Butlen, Peltier, Pezard, 2002). Ces recherches ont notamment permis de caractériser les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves en fonction des i-genres du professeur. Ces mathématiques sont différentes pour plusieurs raisons. Les situations proposées s'appuient sur des problèmes de nature différente, leur consistance mathématique garantissant plus ou moins l'accès au savoir visé. La part de recherche et d'initiative laissée aux élèves est plus ou moins importante. Ainsi, selon les cas, l'élève peut être amené à planifier les tâches à réaliser pour résoudre le problème posé ou seulement à cheminer selon un parcours préalablement défini par le professeur. Notamment, un découpage important des tâches à effectuer en tâches plus élémentaires influe sur leur degré d'algorithmisation. L'existence de phases collectives de synthèse et d'institutionnalisation conditionne la mise en place de savoirs collectifs de référence au sein de la classe. Enfin, le dépassement éventuel de la contradiction entre logique des apprentissages et logique de socialisation détermine pour une part chez l'élève une appréhension différente de la hiérarchisation des missions de l'école : instruire et éduquer.

Nous nous proposons de mesurer l'effet de l'accompagnement sur l'enrichissement des pratiques observées et analysées dans leur évolution en prenant en compte des indicateurs qui permettent d'une part de caractériser les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves et d'autre part de préciser certains déterminants de ces pratiques. Le i-genre trois proposant des mathématiques qui nous semblent a priori plus riches que celles proposées par les autres genres, ces indicateurs ont été construits pour permettre de mesurer des distances aux différentes caractéristiques de cet i-genre que nous prenons comme référent.

2.3.1 Les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves

Voici les indicateurs relatifs aux mathématiques proposées à la fréquentation des élèves. Ceux-ci relèvent des composantes cognitives et médiatives.

La situation mathématique

La qualité du problème : existence et nombre de réels problèmes proposés aux élèves (quand le savoir en jeu n'est pas immédiat à mobiliser ou à construire)

La pertinence des adaptations de la situation proposée aux élèves: d'une part, la situation nécessite-t-elle pour le chercheur une adaptation a priori prenant en compte certaines de ses caractéristiques ou le public d'élèves auquel elle s'adresse ? D'autre part, y a-t-il de la part du professeur une adaptation effective ? Si oui, sous quelle(s) forme(s) ?

La présence d'une analyse a priori conséquente de la part du professeur avec choix des variables, anticipation des procédures et erreurs, etc.

Le projet de scénario : les aides prévues, les institutionnalisations prévues, etc.

La mise en actes de la situation

Nous distinguons différents moments de l'activité du professeur, notamment :

Le moment de la prescription de la tâche : il s'agit d'évaluer s'il y a négociation de la tâche (abaissement éventuel des exigences par rapport au projet initial ou à la ressource pédagogique utilisée) et d'apprécier la qualité de l'enrôlement des élèves (leviers utilisés relevant du savoir ou non).

Le moment de la recherche : il s'agit de mesurer la part laissée à l'initiative des élèves (temps de recherche, existence, nombre et nature des interventions et des aides éventuelles de l'enseignant). De plus, nous essayons de savoir si le professeur procède pendant ce moment à une lecture en actes des procédures et performances des élèves.

Le moment de la synthèse et de l'institutionnalisation : nous relevons l'existence et la qualité de l'explicitation des productions des élèves ainsi que les objectifs poursuivis par le professeur à cette occasion. Nous prenons aussi en compte l'existence d'une synthèse s'appuyant sur les productions effectives des élèves et débouchant sur une hiérarchisation de ces dernières. Enfin nous essayons de caractériser les éventuelles institutionnalisations en précisant leur nature, leur contenu et leur adéquation avec le scénario mis en œuvre.

Les interactions maître/élèves

Nous nous proposons de les analyser en considérant le nombre d'élèves interrogés, la qualité des élèves sollicités, la pertinence de ces sollicitations, les aides personnelles ou publiques apportées par le professeur (nombre, durée, nature) ainsi que le temps de parole accordé aux élèves.

2.3.2 Les déterminants des pratiques

Ces déterminants relèvent des composantes personnelle, sociale et institutionnelle des pratiques.

La composante personnelle : il s'agit de mesurer comment cette composante intervient dans la genèse des pratiques. Cela nous conduit à préciser le degré de maîtrise par le professeur des contenus mathématiques enseignés mais aussi sa perception des enjeux d'apprentissage des situations proposées aux élèves.

La prise en compte par le professeur de l'environnement social : il s'agit d'évaluer comment et dans quelle mesure celui-ci réussit ou non à dépasser la contradiction entre les logiques de socialisation et d'apprentissage. Pour cela nous étudions notamment les changements effectués par rapport au scénario prévu initialement. Nous prenons aussi en compte la qualité du regard porté par le professeur sur les possibilités des élèves et ses effets sur les mathématiques proposées. Nous étudions enfin la place accordée au collectif, au public et à l'individuel aussi bien dans les apprentissages que dans le traitement des comportements.

La prise en compte de l'environnement institutionnel : il s'agit de mesurer comment le professeur tient compte des programmations institutionnelles ; comment il inscrit son enseignement au quotidien dans un projet à moyen terme, voire à long terme (projet d'école) ; dans quelle mesure il prend en compte le dispositif d'accompagnement mis en œuvre par la recherche ; comment il construit sa légitimité d'enseignant dans l'école.

Ces différents indicateurs nous ont permis de construire une grille d'analyse des séances observées, des entretiens réalisés et des échanges entre les différents partenaires du dispositif d'accompagnement (voir annexe1). Cette grille nous permet aussi de repérer l'évolution des enseignants au cours des deux années d'accompagnement. Cette évolution peut apparaître dans différents éléments de la pratique : projet de l'enseignant (en particulier choix et adaptation des situations), mise en actes (déroulement des séances et prise en compte des

élèves dans l'action), capacité à analyser sa pratique et à prendre du recul (lors des échanges entre pairs et avec les chercheurs).

2.4 Une question méthodologique : la double position de chercheur et de formateur dans la mise en œuvre et l'évaluation d'une ingénierie de formation

Rappelons que notre intervention sur les pratiques des professeurs néo-titulaires a deux objectifs : mieux préparer ces maîtres à enseigner en ZEP mais aussi mieux comprendre le fonctionnement des pratiques enseignantes et notamment leur formation.

Les contenus et thèmes abordés lors des situations de formation (S.I.Q. en particulier) sont le résultat d'une élaboration a priori basée sur l'analyse des difficultés rencontrées par les Professeurs des Ecoles débutants enseignant en milieu difficile. Nous avons fait l'hypothèse que ces difficultés correspondaient à des manques nécessitant des compléments de formation. Cette intervention est donc censée répondre à des besoins exprimés par les maîtres et faire écho à un certain nombre d'éléments évoqués en formation initiale en les adaptant au contexte des classes.

Un moment est consacré à l'explicitation de ces besoins par les intéressés eux-mêmes. L'analyse de cet épisode doit nous permettre de mesurer le décalage existant entre nos prévisions et les besoins réellement exprimés. Ces décalages éventuels nous renseignent en partie sur la manière dont les néo-titulaires perçoivent et explicitent leurs difficultés, attendent et demandent des réponses en termes de compléments de formation.

Un besoin pressenti par les chercheurs mais non exprimé dans un cadre collectif peut être révélateur d'un manque de prise de conscience du professeur débutant mais peut aussi s'expliquer par une volonté de ne pas rendre public, dans un cadre institutionnel, des difficultés personnelles. Un accompagnement individualisé (situation de compagnonnage S.C.) devrait permettre de décider selon les cas, laquelle de ces hypothèses est à retenir.

Un décalage éventuel entre prévision a priori et demandes réelles des stagiaires soulève une autre question méthodologique : celle de la pertinence des réponses apportées par l'ingénierie de formation. Pour des raisons déontologiques et de contrat passé avec les professeurs débutants, nous avons pris l'engagement d'apporter, quand cela nous paraissait possible en tant que formateur, des éléments de réponse aux questions soulevées même si elles ne correspondent pas exactement à notre projet.

De ce fait, ces réponses sont davantage improvisées et font plus appel à une expérience (partagée) de formateur qu'à des réponses s'appuyant sur une recherche sur des pratiques effectives. La pertinence et l'efficacité de ces éléments de réponses sont donc plus difficilement évaluables car ces derniers ne sont pas construits préalablement dans le cadre de l'ingénierie.

Plusieurs dispositifs permettent toutefois a posteriori et dans l'action de faire la part entre les positions respectives de chercheur et de formateur. Les interventions du formateur sont systématiquement enregistrées (audio) et peuvent être analysées par la suite. Au moins deux chercheurs n'intervenant pas dans la séance observent les différentes interventions des formateurs. A côté du formateur chargé de l'intervention, un autre formateur occupe une position particulière : il a pour tâche de préciser, questionner, compléter et éventuellement dépersonnaliser les interventions du premier en présence des néo-titulaires. Enfin, chaque séance est suivie d'un « débriefing » auquel participent l'ensemble des chercheurs présents visant une première dépersonnalisation et une première décontextualisation des interventions observées.

3 L'INGENIERIE DE FORMATION

3.1 Les stages d'adaptation à la prise de fonction

Nous sommes intervenus dans trois stages, un la première année puis deux lors de la seconde année. Nous allons décrire rapidement ces trois stages (chronologie et contenus de formation).

3.1.1 Le premier stage (tout public, année 2003 - 2004)

Ce stage est organisé au début de l'année scolaire (novembre) par la circonscription. Il dure trois semaines et concerne tous les nouveaux titulaires de la circonscription qui ne sont pas tous en ZEP.

Nous avons donc prévu deux types d'interventions (relevant des situations d'information et de questionnement (S.I.Q.)) : des interventions collectives devant tout le groupe pendant la moitié du temps (trois demi-journées) et des interventions en petit groupe, avec seulement les stagiaires nommés en ZEP pendant l'autre moitié du temps (trois demi-journées). Notons que notre participation à ce stage est une première expérience qui devait nous permettre de mieux cibler ultérieurement à la fois le contenu et les formes d'intervention. Des contraintes institutionnelles n'ont pas permis d'assurer une totale cohérence avec l'ensemble du stage³.

3.1.1.1 Interventions collectives

Le stage débute par une présentation de notre recherche et un tour de table des participants. Il y a 32 stagiaires. Un grand nombre d'entre eux sont en ZEP, mais ce n'est pas la totalité. Notons que tous les niveaux de la maternelle au CM2 sont représentés.

Les interventions prévues s'organisent autour de plusieurs axes. Nous en faisons une description assez rapide, étayée par les explicitations de nos choix justifiés a priori et nous donnons quelques premiers éléments d'analyse a posteriori du déroulement effectif.

Une information sur les contraintes spécifiques aux ZEP et les contradictions qui en découlent (composantes sociale et institutionnelle)

Notre intention est de débiter par l'illustration d'une contradiction très souvent ressentie dans les classes de ZEP : celle existant entre la nécessité de faire des mathématiques et d'assurer un enseignement disciplinaire d'une part et la prise en compte du vécu des élèves d'autre part. Une pratique, assez répandue en ZEP, se fonde en effet sur l'idée que le choix d'un contexte proche du vécu des élèves va faciliter la dévolution du problème et de plus montrer l'utilité des mathématiques dans la vie courante. Des recherches ont montré quels effets pervers pouvait engendrer cette pratique (Ngono B., 2003).

³ L'organisation et la coordination du stage sont assurées par l'Inspecteur de l'Education Nationale de la circonscription

Si le contexte du problème est trop proche du vécu des élèves, certains élèves ne voient pas l'intérêt de rentrer dans le jeu mathématique : pour eux, le problème peut être résolu dans le concret avec d'autres outils, il est inutile de chercher une autre solution en recourant à des outils mathématiques. Pour le maître, il peut donc être « dangereux » de procéder ainsi car l'argumentation des élèves relève d'un autre domaine que celui des mathématiques et la validation des propositions des élèves se révèle alors plus que subjective. Plutôt que le vécu supposé des élèves, le vécu réel de la classe peut en revanche, être un bon support pour motiver les élèves et les faire adhérer à un projet, en particulier lié à des activités mathématiques.

Cette contradiction est un exemple d'une contradiction plus large mise en évidence dans nos recherches précédentes (Butlen D. Peltier M.L., Pézard M. 2002) : la contradiction entre logique de socialisation et logique d'apprentissage dont le dépassement est un enjeu décisif pour l'enseignement en ZEP.

Un débat à partir d'une question : qu'est-ce qui est le plus facile, le plus difficile à gérer dans une activité mathématique quand on est débutant ?

Il nous semble important de prévoir au cours du stage un moment consacré à l'explicitation par les intéressés eux-mêmes des difficultés rencontrées depuis le début de l'année dans la mise en œuvre des activités mathématiques dans la classe. C'est aussi l'occasion pour les stagiaires de formuler certains manques, certains besoins nécessitant des compléments de formation. Inversement, il semble intéressant de mettre en commun ce qui leur paraît facile, ce qui ne semble pas leur poser problème dans leur première prise de fonction.

En premier lieu, un certain nombre de stagiaires ont souhaité mentionner le fait qu'ils ont connu très tardivement leur affectation et de ce fait, qu'ils travaillent toujours dans l'urgence sans aucune possibilité de consacrer du temps à une nécessaire prise de recul sur leurs pratiques et sur les difficultés rencontrées par les élèves. De plus certains manuels de mathématiques n'étaient pas disponibles dès la rentrée et les professeurs débutants ne disposent d'aucun temps pour se les approprier ce qui tend à renforcer une attitude de rejet de ce type de ressources et une attirance pour des outils plus « transparents » comme les ressources informatiques par exemple. Cet élément est à rattacher aux contraintes liées à la composante institutionnelle et nous a amené à consacrer du temps au cours du stage à l'analyse de certaines de ces ressources. Ceci constitue une spécificité de la situation de professeur débutant : très peu de possibilités d'anticipation...

Au cours de ce stage, les difficultés évoquées portent ainsi sur la formulation plus ou moins explicite de diverses contraintes liées à l'utilisation des fichiers car ceux-ci ne sont pas toujours adaptés à un public de ZEP. Ils sont jugés trop difficiles, trop complexes ou trop formels en particulier quand ils n'évoquent pas des phases d'actions s'appuyant sur des manipulations qui pourraient initialiser les activités présentées.

La deuxième question soulevée concerne la gestion des difficultés cognitives des élèves et plus particulièrement de l'hétérogénéité des classes. Les demandes peuvent être générales « *comment faire prendre conscience à un élève qu'il s'est trompé ?* », ou correspondre à une notion mathématique précise « *même en faisant beaucoup d'activités et en utilisant le matériel, certains élèves n'arrivent pas à comprendre les notions de centaines, dizaines, unités* ».

Une troisième difficulté concerne les phases de correction « *faut-il tout corriger collectivement ? Si non, comment choisir ce qui va faire l'objet d'une correction devant toute la classe ?* ». Cette question est liée à celle de la prise en compte des erreurs des élèves et aussi à celle de l'évaluation.

Quelques éléments sont jugés faciles par les stagiaires : bonne maîtrise des contenus mathématiques de l'école primaire, facilité de gestion de certaines activités comme le calcul mental, l'entraînement sur les techniques opératoires, facilité relative à enrôler les élèves dans une tâche mathématique par le biais des manipulations. Les phases de manipulation peuvent être difficiles à concevoir (il faut varier, on peut manquer de matériel) mais elles sont faciles, voire agréables à mettre en œuvre côté enseignant et bien acceptées côté élèves (« *ils entrent dans l'activité* »). Mais se pose alors pour l'enseignant le problème du passage de l'action à la conceptualisation.

En tant que formateurs, nous avons essayé d'apporter « à chaud » des éléments de réponse aux questions soulevées lors du débat, par exemple sur le problème des fichiers. Mais les autres questions ont plutôt trouvé des réponses dans la suite du stage, notamment celle de la conduite des phases de correction et celle de la gestion des difficultés des élèves et des aides à leur apporter.

Une explicitation de certains gestes professionnels supposés efficaces pour l'enseignement en ZEP : la conduite des phases de bilan et d'institutionnalisation

Notre objectif est d'amener les nouveaux titulaires à identifier et analyser des gestes professionnels « efficaces » permettant de conduire dans ce type de classe une phase de mise en commun des productions, de synthèse et d'institutionnalisation. Ces phases sont toujours difficiles à mener même pour des enseignants confirmés dans des classes ordinaires. En effet, tout n'est pas prévisible et il y a toujours une part d'improvisation. Le professeur doit, dans l'action, prendre les informations nécessaires sur les productions des élèves, les trier, les hiérarchiser rapidement pour construire ensuite sa phase de bilan. Il lui faut souvent adapter la synthèse prévue aux productions effectives des élèves. Toutes les procédures utilisées se sont pas forcément dignes d'intérêt et le professeur doit faire rapidement un choix, sans perdre de vue son objectif initial. Notons de plus que, particulièrement dans les classes de ZEP, il est fondamental, au cours de ces phases, d'ancrer les connaissances nouvelles dans les connaissances anciennes. Cela nécessite des rappels fréquents et systématiques. Cette séance peut répondre en partie au problème de gestion des phases de correction évoqué lors du débat, en particulier, quand il y a eu recherche des élèves et possibilité pour ces derniers de prendre des initiatives.

Avec les stagiaires, l'étude est faite à partir du protocole d'une séance réalisée dans une classe de CE2 dans une école de ZEP (annexe 2).

La gestion de la résistance des élèves aux changements d'activités

Il nous semble important d'identifier avec les nouveaux titulaires certains moments critiques d'une séance, en particulier les moments où il y a, pour les élèves, changement de tâche ou de contrat. En effet, les élèves des classes de ZEP résistent fortement et parfois même violemment aux changements d'activités. Dans une recherche précédente, nous avons montré que les moments les plus difficiles à gérer sont d'une part la « mise en route » de l'activité, d'autre part les passages d'un type de tâche à un autre. Ces difficultés de gestion semblent donc liées soit à l'enrôlement des élèves dans une tâche nouvelle, soit à un changement local de contrat accompagnant un changement de statut de la connaissance (passage d'une situation d'action à une situation de formulation, passage à un réinvestissement suite à une institutionnalisation...).(voir annexe 2).

Notre objectif est aussi de montrer qu'il y a a priori deux types de gestion possible des comportements difficiles des élèves : une gestion individualisée et une gestion collective, les deux peuvent se justifier mais elles ont chacune leurs limites. Le professeur qui privilégie une gestion collective des comportements renvoie chaque élève aux règles de vie de la classe. Nos recherches précédentes ont montré que cette stratégie pouvait être efficace à condition qu'elle s'inscrive dans une gestion globale des comportements, de l'installation et de l'entretien d'habitus de travail : sollicitation constante des élèves, maintien des exigences, maintien des élèves dans une position d'écoute et d'engagement dans la tâche, rappels des règles de vie collective...

La nature des aides à apporter aux élèves : jusqu'où aider ? Quand ? Comment ?

Comment aider l'élève sans résoudre le problème à sa place ? Cette question est liée à la gestion des difficultés des élèves évoquée lors du débat. Le maître ayant des décisions à prendre dans l'action doit nécessairement anticiper sur cette aide s'il ne veut pas être pris au dépourvu. De plus, cette aide est différente selon le type de situation d'apprentissage : découverte d'une nouvelle notion ou réinvestissement d'une notion déjà abordée.

Dans le premier cas où un savoir nouveau est à construire, le maître peut se limiter à des aides techniques qui ne font qu'éliminer les parasites de surface mais n'interviennent pas directement sur le sens. Par exemple, en géométrie, quand il travaille sur le cercle (pour mettre en évidence les notions de centre, rayon, diamètre à partir d'observations et de manipulations), le maître peut aider individuellement à tracer des cercles, il peut rappeler l'usage du compas... Lors de la résolution d'un problème écrit, il peut aider l'élève à lire l'énoncé, voire le lire à sa place si l'élève est mauvais lecteur...

Dans le second cas où la notion a déjà été abordée, parfois largement, l'aide peut être davantage différenciée et porter sur le sens. Elle peut alors aller jusqu'à un découpage de la tâche en tâches plus simples et s'appuyer sur un travail individualisé ou en petits groupes de niveaux. Dans tous les cas, le maître est amené à jouer sur les variables de la situation (en particulier pour différencier le travail des élèves) tout en étant attentif à ne pas augmenter les écarts entre les élèves de sa classe.

Dans certains problèmes non standard, le maître peut utiliser un organigramme d'aide en jouant sur les variables didactiques, numériques en particulier (voir annexe 3).

3.1.1.2 Interventions en petit groupe

A la suite des séances collectives, nous avons prévu des interventions auprès d'un petit groupe de nouveaux titulaires dans tous les cycles en ZEP dont certains susceptibles d'être intéressés par notre recherche et candidats à un accompagnement durant l'année scolaire. Ces interventions relèvent essentiellement de la composante cognitive puisqu'elles concernent l'élaboration de progressions adaptées à des élèves de ZEP sur des contenus mathématiques que nous considérons comme emblématiques. Ces contenus sont le calcul mental, la géométrie plane et la résolution de problèmes classiques⁴.

Pour chaque thème, nous fournissons un document ressource (voir annexes) et donnons des indications sur l'adaptation des situations (notamment par un jeu sur les variables didactiques), sur leur mise en œuvre dans une classe de ZEP, sur l'aide éventuelle à apporter aux élèves. Chaque stagiaire peut ainsi se constituer des éléments de progression contextualisés par rapport à ses propres élèves. Ce travail est aussi l'occasion pour eux de consulter divers livres de l'élève et du maître et de profiter d'une aide « à la carte » quant à l'appropriation de ces documents.

3.1.2 Le deuxième stage (réservé aux professeurs enseignant en Cycle 2, année 2004 - 2005)

Ce stage est organisé au début de l'année scolaire (novembre) par l'Inspecteur de l'Education Nationale de la circonscription. Il dure aussi trois semaines et concerne tous les nouveaux titulaires de la circonscription qui enseignent en cycle 2. Notons qu'ils sont presque tous en ZEP.

Pendant ce stage, nous ne sommes intervenus qu'une seule journée avec le sous-groupe des nouveaux titulaires nommés en ZEP.

La première séance reprend en partie le scénario expérimenté au cours du stage précédent : présentation de l'équipe et de la recherche, tour de table autour de la question : Qu'est-ce qui est facile, difficile depuis la rentrée, notamment en mathématiques ? Préciser s'il s'agit du travail de préparation des séquences (avant la classe), de mise en œuvre, plus généralement de gestion de la classe (pendant la classe) ou de bilan (après la classe : par exemple, l'analyse de la nature des décalages entre ce qui était prévu et ce qui s'est effectivement réalisé, pour ajuster les séances suivantes).

Notons que contrairement à ce qui s'était passé au cours du stage de l'année précédente⁵, les participants soulèvent de manière importante des questions relatives à la gestion des comportements des élèves. Nous analysons plus loin les questions et les réponses apportées.

Dans un second temps, nous adressant à des enseignants nommés en cycle 2, nous avons choisi d'aborder la question des différents matériels de numération et celle plus générale du rôle et de la place de la manipulation en mathématiques.

⁴ Nous renvoyons le lecteur à la description des situations S.I.Q. de l'ingénierie de formation (cf. 2.1.)

⁵ Regroupant tous les NT1 des cycles 2 et 3, nommés ou non en ZEP

Notre objectif est de montrer que tous les matériels de numération ne sont pas équivalents en considérant d'une part, qu'ils n'abordent pas tous le même aspect de la numération et d'autre part, qu'ils peuvent prendre en charge une partie de la tâche sans que l'enseignant en soit toujours conscient. Il s'avère alors nécessaire d'utiliser plusieurs matériels complémentaires. Nous avons proposé une classification de ces matériels selon le point de vue qu'il permet de travailler (groupement, échange, aspect algorithmique, position des chiffres).

A partir de cet exemple, nous avons distingué trois fonctions de la manipulation en mathématiques : dévolution du problème, validation des solutions, aide et étayage. Nous avons toutefois montré qu'il est nécessaire de dépasser le stade de l'action manipulative et de travailler au niveau des nombres et de leurs écritures afin d'engager une réelle activité mathématique (voir annexe 4).

La deuxième séance a porté sur la question de l'aide aux élèves et de la tutelle.

Nous abordons cette question en privilégiant le point de vue du psychologue J. Bruner. En effet, si la didactique se centre plutôt sur le savoir à construire et si la psychologie s'intéresse plus spécifiquement aux processus d'apprentissage propres au sujet, l'articulation des deux points de vue est nécessaire.

Dans un premier temps, la référence à Bruner permet de situer la problématique de l'étayage comme une aide nécessaire, adaptée et juste suffisante pour permettre l'apprentissage. La catégorisation Brunérienne⁶ est présentée aux stagiaires et son intérêt souligné en termes d'outil permettant d'observer des gestes particuliers dans le flot de l'activité d'aide, d'identifier des catégories de besoin d'aide chez les élèves et enfin de discuter des réponses apportées ou à apporter à certains types de besoin.

Un modèle tri-fonctionnel approprié aux situations scolaires (Vannier, 2000) : « enrôlement - prise en charge – assurance » est présenté aux stagiaires ainsi que les conditions nécessaires à l'accomplissement d'une tutelle efficace :

- l'enrôlement : l'élève doit accepter de résoudre le problème.
- la prise en charge : l'élève doit pouvoir bénéficier d'une aide nécessaire, suffisante et adaptée.
- l'assurance : l'élève doit être assuré dans sa compétence.

⁶ 1- L'enrôlement dans la tâche : le tuteur engage l'intérêt et l'adhésion de l'enfant 2- La réduction des degrés de liberté : le tuteur simplifie la tâche jusqu'au niveau où l'enfant peut reconnaître qu'il a réussi ou non à coller aux exigences de la tâche 3- Le maintien de l'orientation : le tuteur maintient l'enfant dans la poursuite d'un objectif défini 4- La signalisation des caractéristiques déterminantes : le tuteur signale les caractéristiques de la tâche qui sont pertinentes pour son exécution 5- Le contrôle de la frustration : le tuteur installe un climat de confiance 6- La démonstration : le tuteur présente des modèles de solution. Il procède à une certaine stylisation de l'action.

Notons que l'observation de l'activité de tutelle auprès d'élèves en grande difficulté révèle le caractère critique des fonctions d'enrôlement et d'assurance. Chez ces élèves, l'expérience de l'échec répété (ou le manque d'expérience de la réussite) handicape la prise de risque nécessaire à l'apprentissage (il leur faut accepter d'entreprendre sans savoir faire a priori). Le sentiment de compétence nécessaire à toute activité autonome leur fait souvent défaut. Ils ont alors tendance à s'installer dans une relation de dépendance qui leur assure un minimum de réussite.

Les stagiaires sont ensuite invités à mobiliser les catégories d'aide présentées pour analyser une vidéo réalisée dans une classe de petite section en ZEP.

3.1.3 Le troisième stage (réservé aux professeurs enseignant en Cycle 3, année 2004 - 2005)

Contrairement aux précédents, ce stage est organisé sur trois semaines non consécutives : une en novembre, une en janvier et une en mars. Il concerne tous les nouveaux titulaires de la circonscription qui enseignent en cycle 3. Notre intervention s'adresse au sous groupe des enseignants nommés dans des écoles de ZEP.

Pendant ce stage, nous sommes intervenus une journée lors de la première semaine, deux demi-journées lors de la deuxième et une demi-journée lors de la troisième.

La première séance est semblable à celle du stage précédent et commence par l'explicitation des difficultés rencontrées lors de la prise de fonction. Elle se poursuit par une présentation des questions liées à l'enseignement de la numération, notamment celles ayant trait à l'apprentissage de la numération orale et aux grands nombres.

La deuxième séance porte sur le calcul réfléchi et le calcul mental et débouche sur l'élaboration d'une progression en calcul mental à partir d'un document ressource élaboré par les chercheurs (voir annexe 5).

Lors de la troisième séance, les stagiaires analysent avec les chercheurs une séquence vidéo sur la géométrie (trois séances consécutives filmées dans une classe de CM1). Il s'agit d'une situation de communication à propos de la construction de figures planes complexes et de la rédaction de programmes de construction menée dans une classe de ZEP par un professeur confirmé. C'est l'occasion d'étudier certains gestes professionnels répondant au traitement de difficultés spécifiques aux élèves de ZEP : prise en compte dans l'action d'un défaut de pré requis, de difficultés langagières des élèves (limitant la rédaction des programmes de construction correspondant aux figures) ; adaptation minimale des exigences et des tâches aux difficultés des élèves ; gestion des phases de synthèse et d'institutionnalisation et plus généralement gestion de l'avancée du temps didactique.

La quatrième séance est consacrée à un exemple de construction d'une progression en géométrie prenant en compte une diversité de difficultés supposées chez les élèves. Il s'agit de la présentation systématique de situations proposées par différents manuels visant l'apprentissage de savoirs et savoirs faire nécessaires à la construction de figures planes. Un jeu sur des variables didactiques permet à l'enseignant d'adapter la progression en fonction des difficultés effectivement constatées dans la classe. Cette activité s'appuie sur un document élaboré par les chercheurs (voir annexe 6).

La cinquième séance porte sur les problèmes numériques : les différents types de problèmes à traiter au cycle 3, les aides à la résolution (jusqu'où aider ? comment ? les aides à court et moyen terme, la question des manipulations et des représentations), le passage de procédures personnelles à des procédures expertes (voir annexe 7)

Notons que dans les situations S.I.Q., nos interventions relèvent de différentes composantes. Certaines relèvent de la composante institutionnelle et sociale : information sur les contraintes et contradictions vécues quotidiennement par les enseignants dans les écoles de ZEP (notamment sur la contradiction entre logique de socialisation et logique d'apprentissage), sur les pratiques enseignantes existantes et sur les dérives pouvant les accompagner (individualisation trop importante, absence de phases collectives notamment d'institutionnalisation, réduction des exigences...). D'autres visent à intervenir sur les représentations des enseignants, notamment sur le public élèves de ZEP et les possibilités d'apprentissage de ces derniers. D'autres concernent l'explicitation de gestes professionnels supposés efficaces pour l'apprentissage en ZEP ainsi que les aides possibles aux élèves en difficulté (composante médiative). D'autres enfin relèvent de la composante cognitive : apport d'informations mathématiques et didactiques sur un thème mathématique donné, analyse de situations et adaptation de celles-ci à l'enseignement en ZEP, construction de progressions.

3.1.4 Attentes et représentations des professeurs débutants : explicitation des difficultés rencontrées lors de la prise de fonction

Lors des interventions collectives, nous avons proposé aux nouveaux titulaires de lister ce qui leur paraissait le plus difficile lors de cette première prise de fonction mais aussi ce qui leur paraissait le plus facile, notamment en mathématiques. Il s'en est suivi un débat où nous avons essayé d'apporter en tant que formateurs et chercheurs des éléments de réponses aux questions soulevées.

Nous nous proposons d'analyser les difficultés mais aussi les facilités perçues par les nouveaux titulaires lors de leur première prise de fonction et de les comparer à nos attentes a priori de chercheurs. Rappelons qu'une forte proportion des enseignants questionnés était en ZEP mais que ce n'était pas la totalité du groupe, sauf pour les deuxième et troisième stages.

Cinq grandes questions sont apparues au cours du débat.

3.1.4.1 La question des supports et ressources pédagogiques disponibles pour l'enseignement, en particulier celui des mathématiques

La première difficulté qui apparaît concerne le fichier de mathématiques. Dans beaucoup de classes, ce fichier est déjà choisi à la rentrée, chaque élève en a un exemplaire. Les nouveaux titulaires se sentent donc obligés de l'utiliser, surtout en réponse aux attentes des parents. Pour ces derniers, le fichier témoigne du travail effectivement fait en classe.

Plusieurs Professeurs des Ecoles en ZEP déplorent que le fichier et les activités proposées ne soient pas toujours adaptés à leur public. Les arguments exposés sont de plusieurs types. Le fichier peut être trop complexe, trop difficile car plusieurs objectifs sont traités dans une même fiche. Notons que l'on peut interpréter ce reproche comme révélateur d'une première adaptation de ces enseignants à leur public ou de façon plus générale de leur conception de ce que « doit » être un fichier.

Le fichier peut aussi apparaître comme trop formel, en particulier s'il ne fait pas suffisamment appel à des phases d'action basées notamment sur des manipulations. Dans ce cas, les débutants s'interrogent sur la quantité et la durée des manipulations à proposer aux élèves en dehors du fichier, notamment lors de l'introduction d'une notion nouvelle. Notons que ce problème du rôle des manipulations semble dépasser l'utilisation du fichier. Les stagiaires considèrent qu'elles sont nécessaires, en particulier avec des enfants jeunes mais aussi avec des élèves de ZEP. La mise en place et la gestion de ces phases ne leur semblent pas difficiles. Par contre, ils déclarent avoir des difficultés pour les exploiter : comment dépasser l'action et engager un processus de conceptualisation de la ou des notion(s) mathématique(s) sous-jacente(s) ?

Nous retrouvons ici une difficulté cognitive souvent relevée à propos des élèves en difficulté : la rupture existant entre action et institutionnalisation. Cette difficulté apparaît renforcée par l'usage du fichier qui semble introduire un obstacle supplémentaire entre action d'une part, formulation et mobilisation d'un certain formalisme d'autre part. Les professeurs débutants ne semblent pas savoir gérer la transition entre ces deux types de situations.

Le fichier peut aussi faire appel à une part importante de lecture et utiliser un vocabulaire relativement complexe, ce qui n'est guère adapté à des élèves de ZEP. De plus, il est parfois jugé trop directif et/ou trop répétitif ou encore trop éloigné du vécu des élèves.

L'utilisation du fichier semble également créer des difficultés liées à la dévolution des situations. Ainsi, une enseignante évoque le problème de certains élèves qui détournent la consigne. De plus, il semble que le choix de fichier dépende du type de public élèves mais aussi du niveau : le problème n'est pas le même pour une classe de CP et pour une classe de CM2.

Les Professeurs des Ecoles débutants déplorent aussi l'absence de crédits pédagogiques pour se procurer soit le livre du maître, soit les fiches photocopiables associés au fichier. De façon générale, ils évoquent l'insuffisance des crédits, en particulier pour la photocopie (pour certains la limite est d'une photocopie par élève et par jour !) et la pauvreté du matériel disponible dans les écoles, notamment le matériel de numération et de géométrie.

La réaction des professeurs débutants peut alors être de construire les progressions eux-mêmes, sans document directeur de référence. Certains déclarent ainsi : « *j'invente tout* »

Notons aussi l'utilisation de fiches disponibles sur les sites d'Internet, dont il est parfois difficile d'établir la cohérence car les notions sont souvent traitées isolément. De plus, ces documents se présentent surtout pour une utilisation « clés en main », avec la fiche de préparation et le document « tout prêt » à distribuer aux élèves.

3.1.4.2 La gestion de la classe et des chahuts potentiels

La question très sensible de la gestion de la classe est posée selon deux points de vue : celui du comportement des élèves et de leur difficile enrôlement dans la tâche, celui de leurs difficultés cognitives et de l'hétérogénéité de la classe.

Notons que, contrairement à toutes nos attentes, le premier point de vue n'est pas apparu lors du premier stage. Il est vrai que la proportion d'enseignants en ZEP y était moins importante. Nous reviendrons par la suite sur cette question pour tenter d'en donner des éléments d'explication.

En revanche, lors des deux stages suivants, les professeurs débutants évoquent largement des problèmes de discipline : leurs classes sont agitées, des élèves ont des comportements difficiles, voire violents. On est au cœur de la contradiction entre logique de socialisation et logique des apprentissages. Les professeurs essaient d'y remédier mais se heurtent à de grosses difficultés. Par exemple, lors de situations de recherche, les élèves ne s'engagent pas dans la tâche ou alors la détournent. Ils ne savent pas non plus travailler en groupe et cette forme de travail débouche le plus souvent sur une agitation encore plus grande dans la classe. De façon générale, les professeurs débutants déplorent le manque d'autonomie des élèves. Cela inquiète particulièrement les professeurs de cycle 3 qui se situent dans la perspective du collège.

3.1.4.3 Différenciation et hétérogénéité

Au cours des trois stages, le traitement des difficultés cognitives des élèves et la prise en compte de l'hétérogénéité apparaissent difficiles aux nouveaux titulaires. Certains soulèvent des questions générales, indépendantes des contenus et relevant davantage de la composante médiative : « *Comment faire prendre conscience à un élève qu'il s'est trompé ? Faut-il revenir sur la consigne ? Comment mettre en place des activités de remédiation dans la classe (individuellement, par petits groupes...)* ? ». Ce problème de la différenciation est très aigu car les élèves manquant d'autonomie, il n'est pas facile de s'occuper des élèves les plus en difficulté pendant que les autres sont censés travailler seuls. D'autant plus qu'il ne faut pas négliger les bons élèves, qui comprennent vite et qui risquent donc de s'ennuyer, voire de s'agiter. D'autres professeurs ciblent une notion mathématique précise. Dans ce second cas, des difficultés spécifiques sont évoquées : « *Comment gérer les blocages de certains élèves ?* ». Par exemple, une enseignante évoque la numération : « *Même en faisant beaucoup d'activités et en utilisant le matériel, certains élèves n'arrivent pas à comprendre les notions de centaines, dizaines, unités...* ». Les enseignants se sentent dans les deux cas démunis. Une enseignante évoque un problème dépassant largement le cadre des mathématiques : celui d'un élève de CM1 qui ne sait pas lire et demande : « *Comment travailler en mathématiques avec cet élève ?* ».

3.1.4.4 La question des contenus mathématiques

Elle apparaît nettement plus au cycle 3 qu'au cycle 2 à propos des compétences qui devraient être acquises pour aborder les contenus du cycle 3. Les professeurs évoquent les difficultés des élèves dans le domaine de la numération, dans celui de la mesure des grandeurs mais surtout en résolution de problèmes. Les professeurs déclarent utiliser des livres de niveau $n - 2$ pour un niveau n (par exemple, des problèmes niveau CE2 sont proposés au CM2). Les élèves de ZEP ont du mal à lire et comprendre les énoncés écrits, à formuler leurs réponses. Leurs difficultés concernent non seulement le sens des opérations (reconnaître, dans un problème, les opérations sous-jacentes) mais aussi les techniques opératoires. Ils connaissent peu leurs tables, font des erreurs avec les retenues...

La question de l'acquisition de connaissances nouvelles alors que les prérequis ne sont pas assurés pose problème : « *Comment aborder la division lorsque les élèves ne savent pas effectuer une soustraction avec retenue ?* ».

Devant ces nombreuses difficultés, les professeurs ont tendance à décomposer les tâches en sous tâches élémentaires. Ils déclarent eux-mêmes « *mâcher le travail* ».

De façon générale, les professeurs débutants pensent bien maîtriser les contenus mathématiques relatifs à l'école primaire. Ils reconnaissent que ce n'est pas le cas pour toutes les disciplines, en particulier le français. Certaines activités mathématiques leur paraissent même plutôt faciles à gérer : c'est le cas par exemple du calcul mental et plus généralement de toutes les activités collectives qui utilisent l'ardoise comme support. Cette aisance est due à l'adhésion rapide des élèves. C'est aussi le cas des exercices d'entraînement sur les techniques opératoires. Les élèves sont alors assez facilement enrôlés. D'autres contenus mathématiques, comme la numération, semblent toutefois plus difficiles à aborder avec les élèves alors qu'elle intervient dans les deux contenus évoqués précédemment....

3.1.4.5 La question de la correction

Sur ce sujet, les questions sont nombreuses. Elles concernent les choix à effectuer à propos des notions et procédures à institutionnaliser lors des corrections. Il apparaît aussi de manière sous-jacente la contradiction entre individuel et collectif. « *Faut-il tout corriger ? Individuellement ? Collectivement ? Si non, comment choisir ce qui va faire l'objet d'une correction devant toute la classe ?* ». Les professeurs évoquent de nouveau implicitement le problème de la gestion de l'hétérogénéité de leur classe : « *Que faire avec les élèves qui ont réussi ? Que faire avec les élèves qui n'y arrivent toujours pas ?* ».

La prise en compte des erreurs des élèves est à nouveau soulevée à propos des évaluations. Si la simple correction de ces dernières est jugée facile, des questions se posent sur leur exploitation à moyen terme : « *Comment en tenir compte dans la suite du cours ?* ». Les professeurs néo-titulaires soulignent les difficultés d'analyse et d'interprétation de ces erreurs : « *Il faudrait analyser finement les erreurs des élèves, les procédures utilisées et proposer alors des remédiations adaptées. Cela est difficile et demande du temps.* ».

3.1.4.6 La question de la gestion du temps

Il faut distinguer la gestion du temps à court terme (lors d'une même séance) de la gestion du temps à long terme (lors de l'apprentissage d'une notion). Dans le premier cas, on retrouve la question de la gestion des élèves les plus rapides et de leur manque d'autonomie risquant de dégénérer : « *Que faire avec les élèves qui terminent avant le temps prévu ?* ».

Dans le second cas, on touche la question de la nécessaire avancée du temps didactique ainsi que celle de l'ancrage du nouveau dans l'ancien : « *Faut-il attendre que tous les élèves réussissent pour aborder une nouvelle notion ?* ».

3.1.5 Eléments de réponses apportés par les formateurs chercheurs

L'explicitation des difficultés demandée avait pour but d'ouvrir un débat et de justifier les thèmes abordés par la suite dans les situations de formation (S.I.Q.). Il était toutefois nécessaire d'apporter des éléments de réponses immédiats aux questions vives posées par les professeurs débutants. En effet, comme nous l'avons évoqué dans la partie méthodologique, le formateur se doit d'apporter des réponses, certes nuancées, aux problèmes soulevés. Il s'engage personnellement, exprime des représentations qui lui sont propres, des normes en partie partagées par ses collègues. Ces prises de position ne sont pas toutes justifiées par des recherches scientifiques mais relèvent souvent de l'expérience professionnelle. Le décalage entre les difficultés attendues par les chercheurs et les difficultés exprimées a parfois provoqué une relative improvisation s'accompagnant d'un engagement personnel des formateurs non contrôlé par une analyse a priori adaptée. Il faut souligner l'intérêt d'être plusieurs chercheurs présents dans ce type de situation et plus généralement durant l'ensemble du stage. Il y a globalement consensus sur un certain nombre de questions mais les intervenants expriment les choses de manière différente apportant des nuances, exemplifiant leurs propos ce qui enrichit et accroît la « crédibilité » des suggestions proposées. Un seul chercheur/formateur face à ces questions peut très vite se trouver déstabilisé, d'autant plus que les stagiaires ressentent naturellement des manques dans la formation et que c'est aussi le premier moment où ils peuvent l'exprimer...

Une analyse même succincte de ces éléments de réponse nous paraît nécessaire dans la mesure où elle devrait permettre d'éclairer certaines des normes qui organisent les interventions des chercheurs/formateurs impliqués dans le dispositif de formation.

En qualité de formateurs, bien que relativement réconfortés par le constat explicite d'une maîtrise des contenus mathématiques, les intervenants ont confirmé la difficulté d'enseigner certains contenus, comme la numération, et l'importance à leur accorder car ceux-ci initialisent beaucoup de connaissances sur les nombres et les opérations.

Concernant les fichiers, les formateurs ont souligné des aspects positifs : les documents récents sont assez bien faits, plus attractifs que certains anciens manuels et deviennent une propriété personnelle de chaque élève, comme une sorte de cahier. En revanche, ils peuvent être perçus comme une contrainte par l'enseignant car ils réduisent sa marge de manœuvre. Etant plutôt conçus sur un mode d'évaluation, ils sont consommateurs de temps du point de vue des apprentissages car ils contribuent à restreindre les phases d'apprentissage qui précèdent le plus souvent les phases de travail sur le support fichier. Cependant, les stagiaires constatent que lorsqu'un fichier est commencé, il vaut mieux s'y tenir, quitte à le compléter de façon substantielle afin d'éviter une rupture de contrat trop importante. Le fichier est à la fois un repère pour les élèves et une référence pour les parents qui y voient un témoignage de l'avancée du travail effectué en classe.

Les différentes formes du travail scolaire ne sont pas innées chez les élèves et nécessitent toutes un temps d'appropriation : c'est le cas de l'enrôlement dans les situations de recherche, du travail de groupe mais aussi des phases de mise en commun où il faut formuler et confronter ses procédures avec celles des autres. Notons qu'à l'école primaire, surtout au cycle 2, les élèves n'ont pas encore intériorisé toutes les formes du travail scolaire. Ils sont encore dans une phase d'apprentissage du métier d'élève. Soulignons également la nécessité de répéter un certain nombre de fois l'expérience pour que les élèves adhèrent à cette forme de travail, or les débutants après un premier « échec » (en terme de décalage entre ce qui se passe et l'image référence qui est souvent ce qu'ils ont vu dans des classes de Maîtres Formateurs) ont tendance à renoncer définitivement à certains dispositifs.

La question de la gestion des corrections (liée à la gestion du temps) a trouvé des éléments de réponses dans la suite du travail proposé aux professeurs : par exemple, à partir d'un protocole extrait d'une séance effectuée dans une classe de ZEP, nous étudions comment le professeur peut conduire les phases de mise en commun des productions des élèves, de synthèse puis d'institutionnalisation. Il est rappelé que ces phases collectives restent difficiles à gérer, même pour des enseignants confirmés. A propos du contenu, la distinction entre phase de mise en commun consécutive à une situation de recherche et moment de correction davantage associé à une situation de réinvestissement ou d'évaluation est rappelée.

La question de la gestion des difficultés et des aides à proposer aux élèves (à quel moment, sous quelle forme ?) a été traitée lors d'une séance spécifique (voir chronologie des stages). Pour les bons élèves qui travaillent vite, nous suggérons un tutorat des élèves plus en difficulté ou alors des activités complémentaires liées à l'apprentissage des mathématiques, mais par exemple, présentées de façon plus ludique.

3.1.6 Décalages entre les difficultés repérées lors de nos recherches précédentes et celles évoquées par les professeurs débutants en ZEP

Nous constatons un certain décalage entre les difficultés observées lors de nos recherches précédentes sur les pratiques effectives en ZEP et les déclarations des nouveaux titulaires. En effet, les observations de professeurs débutants enseignant dans des classes de ZEP nous avaient permis de mettre en évidence des difficultés importantes qui n'ont pas été évoquées lors du premier stage. Une de ces difficultés concerne la mise au travail de l'ensemble de la classe, la compréhension collective de la tâche à effectuer, l'enrôlement des élèves. Ces derniers résistent, parfois même violemment. Or cela n'apparaît pas au cours du premier débat ; au contraire, les débutants semblent considérer qu'en mathématiques la mise au travail des élèves se fait facilement, en particulier grâce à des manipulations. On peut s'interroger sur la réalité de cet enrôlement. L'attrait des manipulations semble renvoyer au rôle facilitateur de l'action, mais l'activité de l'élève dépasse-t-elle la situation d'action ? Certaines remarques de professeurs débutants, évoquant les difficultés pour passer de l'action à la conceptualisation, peuvent laisser penser que non. Notons que lors de ce premier stage, les professeurs étaient nombreux et n'étaient pas tous en ZEP. Peut-être que ceux qui avaient des problèmes de gestion de classe n'ont pas osé les évoquer publiquement devant les chercheurs (qui sont au premier abord perçus comme des formateurs en mathématiques) et aussi devant leurs pairs. En effet, le problème de l'enrôlement des élèves et de la gestion des comportements difficiles est apparu largement lors des deux stages suivants concernant les professeurs débutants en ZEP avec un groupe beaucoup moins important, ce qui facilite sans doute les échanges entre pairs s'appuyant sur une certaine proximité des profils des classes des participants.

Nous avons aussi prévu des difficultés liées à la gestion des fins de séances et des transitions d'une tâche à l'autre, d'une activité à l'autre. En effet, nos observations précédentes avaient montré que les élèves résistent aux changements de tâches et de statut de la connaissance : par exemple lors du passage d'une situation d'action à une situation de formulation puis à un réinvestissement. Cette question n'apparaît pas du tout dans les débats mais cela ne veut pas dire qu'elle n'existe pas. On peut en effet penser que les débutants ne l'ont pas encore identifiée ainsi. Il est particulièrement difficile lorsque l'on est soi-même acteur de pointer précisément les moments de classe où les difficultés apparaissent (quand « ça dégènera »...).

Une autre difficulté observée lors de nos recherches concerne la gestion des phases de mise en commun des productions, de bilan et d'institutionnalisation, particulièrement sensible en ZEP avec des élèves ayant des difficultés à se concentrer et à écouter ce que dit l'enseignant ou un autre élève. Or, au cours des débats, la seule référence des professeurs débutants aux phases collectives est celle des corrections devant toute la classe. On peut penser que la difficulté à gérer les phases de synthèse n'apparaît pas pour la simple raison que ces professeurs, conformément aux pratiques majoritaires observées en ZEP, n'en conduisent pas ou très peu. Il s'agit le plus souvent de corrections d'exercices et non pas de mises en commun consécutives à de « vraies » situations de recherches, au cours desquelles les élèves ont des initiatives à prendre, qui permettraient de faire apparaître différentes procédures.

Nous avons aussi prévu la difficulté à adapter une situation complexe issue d'un manuel ou de tout autre document pédagogique à des classes de ZEP. Ce problème n'a été que partiellement abordé par le biais des fichiers, jugés parfois trop difficiles pour des classes de ZEP mais sans évocation de critères qui permettraient de préciser à quel niveau se situent ces difficultés.

En revanche, un problème que nous avons prévu et qui est effectivement apparu est celui de la nature des aides à apporter : comment aider l'élève sans résoudre le problème à sa place ? à quel moment ? Comment différencier l'aide selon les difficultés de l'élève ? Comment gérer l'hétérogénéité de la classe et en particulier les meilleurs élèves ? Cette question est apparue sous la forme plus générale de gestion des difficultés, de différenciation, de mise en place d'activités de remédiation, les débutants évoquant le cas d'élèves devant lesquels ils se sentent particulièrement démunis, citant les « extrêmes » : élèves présentant davantage de capacités ou au contraire beaucoup de manques.

Notons que les difficultés évoquées par les nouveaux titulaires ne sont pas vraiment spécifiques de débutants. La gestion des difficultés des élèves, de l'hétérogénéité des classes, l'exploitation des évaluations restent complexes même pour des enseignants confirmés. Une des difficultés évoquées qui semble plus sensible pour des débutants est celle de l'utilisation du fichier. En effet, souvent ils le découvrent à la rentrée (contrairement aux autres enseignants de l'école qui peuvent l'utiliser depuis plusieurs années) et ils ont besoin de temps pour prendre du recul et établir leur marge de manœuvre par rapport aux activités proposées. Il nous faut aussi souligner les limites d'un tel questionnement collectif : les professeurs débutants n'ont sûrement pas évoqué toutes les difficultés rencontrées soit parce qu'ils n'ont pas osé en parler publiquement, soit parce qu'ils ne les ont pas encore identifiées.

3.2 Le stage d'école (février 2005)

3.2.1 Conditions institutionnelles

Dans l'une des écoles où certains enseignants participent à notre recherche, la directrice qui a elle-même la charge d'une classe de CM1, a impulsé un projet autour de la mise en œuvre dans toute l'école de la « démarche d'investigation dans le domaine scientifique (mathématiques et sciences) » et a proposé à l'Inspection Académique via la circonscription la mise en place d'un stage d'une semaine. Cette demande a été acceptée et tous les professeurs de l'école sont donc remplacés pendant une semaine, c'est-à-dire sur huit demi-journées, au mois de février, pour participer à ce stage.

3.2.2 Explicitation de la demande formulée aux chercheurs par l'équipe des enseignants

En sciences, les enseignants projettent de réaliser des « cahiers d'expérience ». En ce qui concerne les mathématiques, le souhait est de mettre en place une démarche donnant une place centrale à la résolution de problèmes et de mettre l'accent sur le « parler, lire, écrire ». Il s'agit d'amener les élèves à percevoir les mathématiques comme fournissant des moyens dans la résolution de problèmes avant d'être étudiées pour elles-mêmes et réinvesties dans d'autres situations. En cohérence avec ce projet général sur la démarche en sciences, l'équipe de l'école a choisi d'utiliser cette année les documents conçus par l'équipe ERMEL (manuel pour l'enseignant, fichier pour l'élève, matériel associé ...) pour toutes les classes du CP au CM2. Certains enseignants (CM1 et CM2) utilisaient déjà ce document ; d'autres utilisaient CAP Maths⁷ l'année précédente (notamment les nouveaux titulaires participant à notre recherche). Ils utilisent donc tous ERMEL depuis la rentrée et formulent un certain nombre de demandes relatives à la possibilité d'adaptation des situations et des programmations proposées pour un public spécifique.

Suite à une discussion en équipe des professeurs de l'école, voici les points⁸ communiqués aux chercheurs sur lesquels devrait s'appuyer la réflexion autour de l'utilisation d'ERMEL. Certains sont plus spécifiques du cycle 2 et d'autres concernent les deux cycles.

- Comment aider les élèves de cycle 2 à faire expliquer leurs procédures ?
- Comment répondre à la difficulté à passer de la situation de jeu, de manipulation, à la phase de formalisation, (surtout au cycle 2) ; la décontextualisation n'étant pas toujours évidente pour tous les élèves.
- A partir de l'identification d'un problème récurrent dans toutes les classes, celui de l'impossibilité de tout faire dans le temps imparti (la durée d'une année scolaire, d'un cycle) : Quels choix opérer ? Quelle programmation, par classe, dans le cycle ?
- Même si moins de questions se posent aux enseignants du cycle 3 qui sont plus à l'aise avec la démarche (déjà mise en œuvre antérieurement), certains se posent le problème de l'évaluation finale : Que doit-on évaluer (savoirs, savoir-faire, procédures personnelles, procédures expertes ...) ?
- De plus, cette démarche induit la différenciation, alors que certains élèves utilisent des procédures expertes, d'autres ont recours à de la manipulation, des dessins, des procédures personnelles plus ou moins élaborées : comment mettre cela en cohérence avec les attentes des professeurs du collège ?

Pour la géométrie, une progression de cycle (cycle 3) a été bâtie à partir du référentiel de compétences, complété par les objectifs intermédiaires pour chaque compétence. Les enseignants demandent des propositions de supports d'activités basées sur la même démarche.

⁷ Éditions Hatier

⁸ Reprise exacte des formulations utilisées

Pour initialiser la réflexion autour des pratiques, qui vise davantage à regarder l'activité de l'élève que celle du professeur, les enseignants du cycle 2 sont d'accord pour montrer quelques « instants de classe » sous forme vidéo. Ils ont fait le choix de filmer la même séance menée dans deux classes de même niveau par deux enseignants différents. De plus, l'après midi du premier jour de stage, la directrice souhaite présenter à ses collègues observateurs (présents dans la classe) une séance de mathématiques (calcul mental et résolution d'un problème de proportionnalité) dans sa classe de CM1 (d'une durée de 45 minutes environ). L'objectif pour elle est de faire un parallèle entre la démarche scientifique et la démarche adoptée en mathématiques et de prendre le reste du temps pour les analyses de pratiques à partir des vidéos.

3.2.3 Du côté des chercheurs : nouvelle ingénierie de formation

Les trois types de situations déjà présentées ci-dessus sont reprises en prenant encore davantage en compte le contexte de la classe, de l'école et de l'équipe enseignante. Cela nous amène à considérer une nouvelle situation que nous appelons : situation d'Information, d'Echange et de Questionnement plus Contextualisée (S.I.E.Q.C.). Ce n'est pas un quatrième type dans la mesure où il s'agit de reprendre le premier type de situation (S.I.Q.), en particulier le travail sur l'adaptation de scénarios (privilégiés par la formation) à un public de ZEP, mais de manière encore plus contextualisée.

Nous avons donc prévu deux types d'interventions (relevant des situations d'information, d'échange et de questionnement plus contextualisées (S.I.E.Q.C.)) : des interventions collectives devant tous les enseignants de l'école pendant la moitié du temps (2 demi-journées) et des interventions en petits groupes, avec les professeurs d'un même cycle pendant un quart du temps (une demi-journée). De plus un chercheur était présent dans une posture d'observateur au cours de la demi-journée consacrée à l'observation des pratiques effectives de certains enseignants (observation directe et observation à partir d'une vidéo) pour assurer la cohérence du dispositif en essayant de prendre en compte certains éléments des analyses proposées par l'équipe d'enseignants. Cette situation serait d'un type « échanges et mutualisation entre pairs » à partir de l'analyse de pratiques effectives. Les contraintes de temps nous ont contraints à restreindre l'exploitation de ces éléments dont nous ne pouvions évidemment pas disposer avant le stage. Cependant ils constituent pour les chercheurs une possibilité d'appréhender des éléments de la logique des pratiques de ces enseignants. Rappelons enfin que des observations et donc des situations de types S.C. et S.E.M. avec les nouveaux titulaires en seconde année de cette école ont encore eu lieu à la suite de ce stage. Il s'agit d'amener les enseignants accompagnés vers une analyse réflexive individuelle et/ou collective de plus en plus poussée de leurs pratiques effectives. L'enrichissement concerne les situations de compagnonnage, d'échange et de mutualisation et s'appuie en plus sur des situations plus contextualisées (S.I.E.Q.C.) (il s'agit du cas de la seconde variante présentée dans la méthodologie).

3.2.4 Chronologie et description rapide des interventions effectuées au cours du stage

Ce stage réunit les onze professeurs de l'école sur huit demi-journées (lundi, mardi, jeudi et vendredi) ; nos interventions ont eu lieu pendant quatre d'entre elles. Les chercheurs ont conçu le scénario, les modalités et les contenus du stage en essayant de répondre au plus près à la demande formulée tout en tenant compte des contraintes (notamment de temps ...) et de nos résultats concernant les pratiques des enseignants de ZEP. Deux des professeurs des écoles présents bénéficient pour la deuxième année de l'accompagnement. Ceci nous permet d'avoir un aperçu de certaines pratiques existantes et d'être sensibilisés aux conditions institutionnelles et sociales de cette école et donc d'en tenir compte pour élaborer nos propositions en gardant toujours à l'esprit l'idée de ne pas complètement déstabiliser le public auquel nous nous adressons.

3.2.4.1 Première demi-journée

A l'initiative de la directrice de l'école, à partir de l'observation d'une séance de mathématiques « en direct » dans sa classe de CM1, une première réflexion sur la démarche de résolution de problèmes doit s'engager (entrée très concrète et très contextualisée). Il s'agit d'initialiser, de susciter, de préciser le questionnement à partir de l'observation de pratiques effectives concernant des séances menées par des pairs. De plus même si les enseignants se connaissent bien, se côtoient au quotidien et connaissent en partie la plupart des élèves⁹, il ne leur a encore jamais été possible de s'observer entre eux... Ce moment a pu avoir lieu grâce à une impulsion très forte de la directrice qui s'est elle-même impliquée pour l'initialiser. C'est elle qui a choisi les situations proposées aux élèves de CM1 (en nous consultant) et elle était bien sûr convaincue de la nécessité de ce moment pour que s'engagent de vrais débats. Elle adopte ainsi une posture de formateur au cours de cette demi-journée.

1 – Quelques éléments sur la séance de mathématiques observée dans la classe de CM1 (description plus précise en annexe 8)

En proposant cette observation (monstration), l'intention de la directrice est d'une part de mettre en évidence ce dont sont capables les élèves et notamment les procédures qu'ils peuvent mettre en œuvre au cours de deux activités différentes. D'autre part, il s'agit de s'interroger sur les gestes de l'enseignant pour amener l'élève à formuler ses démarches : formulation dans l'action, accompagnement de ce qu'il fait par le langage, un élève agit et l'autre regarde... A travers une incitation à un changement de regard sur les élèves, les observateurs devraient implicitement se questionner sur l'activité de l'enseignant.

La séance comporte deux phases : la première concerne le calcul mental (quarts et quadruples) et la seconde une résolution de problème de proportionnalité (voir annexe 8).

⁹ En dehors du temps de classe, dans ces écoles, les enseignants assurent des services de surveillance des récréations, de la cantine, de l'étude...

2. Quelques remarques à propos de la phase d'échanges entre pairs consécutive à cette observation

Probablement à cause de la courte durée accordée à cette phase, le niveau d'analyse est resté très général. La pertinence des choix de l'enseignant (problème posé, lien avec le calcul mental, organisation de la classe ...) a été discutée en s'appuyant sur les capacités des élèves induites de l'observation effective et les objectifs visés. Cependant cette situation s'est révélée intéressante pour prendre des indices relatifs aux procédures personnelles réellement mises en œuvre par les élèves.

3.2.4.2 Deuxième demi-journée

Cette demi-journée se décompose en trois temps : deux courts exposés collectifs visant à introduire le moment suivant tout en apportant des informations en réponse aux demandes exprimées par les stagiaires et un moment en petits groupes qui s'est prolongé sur la troisième demi-journée (chaque petit groupe était constitué d'un ou deux chercheurs et de deux ou trois professeurs de niveaux voisins : CP/CE1, CE2, CM1/CM2). Il s'agissait d'échanger de manière très contextualisée sur les propositions d'adaptation de ERMEL selon le niveau d'enseignement.

Exposé sur le thème de la numération

Le choix de ce thème tient compte des demandes formulées par des stagiaires au cours des stages de prise de fonction. Des situations de référence empruntées à ERMEL illustrent cet exposé en essayant de cibler au plus près des préoccupations des stagiaires.

Il s'agit pour les chercheurs, sur l'exemple d'un contenu particulièrement « important » (compétences « indispensables » ...), d'amener les stagiaires à envisager les apprentissages sur le long terme, à prendre du recul par rapport aux situations d'enseignement (c'est l'aspect cognitif, plus précisément les itinéraires cognitifs qui sont pointés et pas du tout la composante médiative). Cela devrait permettre de mieux identifier des manques dans le curriculum qui peuvent « expliquer » les difficultés récurrentes rencontrées par les élèves jusqu'à l'entrée en sixième (voire au delà) et peut-être les « dédramatiser ». En effet, les stagiaires interprètent souvent les difficultés et les incompréhensions de manière défaitiste : « c'est toujours comme ça, on n'y peut rien ... » en cherchant les causes côté *élève* ou côté *pratiques enseignantes* et non côté *situations d'apprentissage*. L'exposé vise donc à clarifier et à développer un certain nombre de pistes pour prendre du recul et enrichir les pratiques des enseignants dans ce domaine. Nous en donnons ci-dessous la trame et les points forts.

Dans le domaine de la numération, Il existe des situations de référence (situations incontournables) de six ou sept types que l'on peut catégoriser comme suit. Elles sont reprises aux différents niveaux de la scolarité en adaptant le domaine numérique (voir annexe 9).

- 1) Les situations d'échanges pour travailler l'écriture du nombre
- 2) Les situations de groupements (rendus nécessaires quand il s'agit de dénombrer des collections importantes)
- 3) Les situations qui amènent à repenser les groupements par rapport aux échanges

- 4) Les situations de découverte du point de vue algorithmique (dans les deux systèmes de numération écrite et parlée) qui amènent à regarder comment s'enchaînent les écritures
- 5) Les situations d'exploration des règles de la numération orale (écrite avec des mots traduits par des nombres)
- 6) Les situations autour du passage de la numération écrite (chiffrée) de position à la numération orale (utilisant des mots)

Exposé : Comment faire évoluer les procédures personnelles vers des procédures expertes ?

Les chercheurs apportent ici des éléments de réponse aux questions que se posent les enseignants à ce sujet. Ils s'appuient d'une part sur les documents officiels récents (encore peu connus des enseignants) et d'autre part sur les résultats de leurs propres recherches relatives à l'analyse des pratiques enseignantes (voir annexe 10). L'intervention porte ici davantage sur la composante médiative mais bien sûr en s'appuyant aussi sur l'aspect cognitif (notamment la nature des apprentissages visés).

Nous développons d'abord quelques idées sur ce point (inspirées du document d'accompagnement¹⁰). Le passage de procédures personnelles à des procédures expertes n'est pas spontané. Il nécessite un apprentissage. On peut considérer trois appuis possibles : l'appui sur des situations, l'appui sur le calcul mental et l'appui sur les écritures symboliques ; pour amener l'élève à utiliser directement la procédure experte.

Nous reprenons ensuite les résultats de nos propres recherches relatives à l'analyse des pratiques enseignantes. Il s'agit notamment de l'explicitation de certains gestes professionnels supposés « efficaces » liés à la conduite des phases de mise en commun, de synthèse et d'institutionnalisation.

Comment adapter les situations proposées dans ERMEL à des élèves de ZEP ? (voir annexe 11)

Nous avons tenté de répondre à cette question en tenant compte de ce que nous savons des capacités (cognitives, comportementales (concentration...) ...) des élèves et des pratiques des enseignants en ZEP (difficulté à laisser chercher, à gérer la mise en commun, à formuler une synthèse, à reconnaître ce qui peut être institutionnalisé à partir des procédures effectives des élèves).

¹⁰ Document d'accompagnement des nouveaux programmes de l'école primaire ; eduscol.education .fr

Pour travailler ce point en favorisant les échanges entre les participants et les chercheurs, le travail en petits groupes, initialisé par un questionnement commun, a été privilégié. Chaque chercheur a analysé plus précisément les documents ERMEL proposés pour un niveau, à la fois pour se les approprier dans leur ensemble et être au plus près des préoccupations des enseignants (ce qui induit un changement de posture du chercheur : si je devais utiliser ce support ...). Pour le chercheur, il s'agit de mieux « entendre » les demandes sur des points précis. En effet, ce dernier a souvent une approche plus générale par rapport à l'enseignement d'un contenu (référence à différents supports, différentes manières d'introduire ...) ou alors plus pointue à travers l'analyse approfondie d'une situation donnée sur un thème donné. Il s'agissait à la fois d'aider les enseignants à concevoir des progressions, des séquences, des séances sur certaines notions à partir de la ressource imposée, de les amener à échanger sur des points précis liés au document choisi mais aussi de « récupérer » des témoignages sur les pratiques existantes.

En référence à nos précédents travaux relatifs à l'analyse des pratiques des professeurs des écoles enseignant en ZEP / REP, la réflexion s'est engagée autour de trois axes : le degré de complexité et la longueur des situations, l'explicitation des procédures par les élèves et l'institutionnalisation. Nous proposons de réfléchir à ces trois axes à partir de situations de ERMEL au cours d'un travail par cycle ou par niveau regroupant deux ou trois enseignants et au moins un chercheur.

Les analyses préalables des documents par les chercheurs les ont amenés à mettre en évidence plusieurs niveaux auxquels l'adaptation peut se faire¹¹ ce qui a permis de donner une cohérence aux différentes interventions et de structurer l'analyse des ressources. Pour adapter ERMEL à des élèves de ZEP, on peut envisager de :

- **Elaguer complètement une ou plusieurs situations** dans une progression donnée
- **Changer l'ordre des situations** dans la progression proposée : certaines situations venant en seconde ou troisième position peuvent être mieux adaptées à des élèves de ZEP
- **Elaguer seulement la dernière phase d'une situation**, lorsque cela ne remet pas en cause le sens des notions : souvent, dans cette dernière phase, les nombres sont plus grands, les calculs plus complexes, ce qui rend l'activité vraiment plus difficile.
- **« Alléger » la situation par le choix des variables didactiques** : le choix des variables numériques est souvent fondamental, de même que le choix du matériel fourni aux élèves : quel matériel, à quel moment ? En géométrie ou dans le travail sur les grandeurs, le choix des figures et des supports est aussi très important. Le choix des variables didactiques peut déboucher sur une différenciation.
- **Etre moins exigeant dans la formulation écrite des procédures**, se contenter parfois d'une explicitation orale : dans beaucoup de situations, on demande aux élèves d'explicitier par écrit leurs procédures : en ZEP, c'est beaucoup plus difficile qu'ailleurs. Le travail de formulation peut être en grande partie pris en charge par le maître. Il peut en être parfois de même lorsque les élèves ont à argumenter par écrit par rapport à des écrits d'autres élèves.

¹¹ Voir annexe avec les illustrations par des situations précises choisies selon le niveau de classe

- **Importance de l'ancrage du nouveau dans l'ancien** : nécessité de phases de rappel plus nombreuses, plus régulières
- **Importance de l'institutionnalisation** : faire le point sur les connaissances que l'on vient de travailler, sur ce qui est important, ce qu'il faut retenir..., relier avec les connaissances anciennes.
- **A propos des techniques opératoires : il n'y a pas beaucoup d'institutionnalisation dans ERMEL**. Or les élèves de ZEP ont besoin de références. Il n'est pas souhaitable de laisser chacun se débrouiller avec sa technique opératoire. (c'est le cas de la soustraction au CM1). Proposer des aide-mémoire pour les différentes techniques opératoires enseignées : addition, soustraction, multiplication, division.

On peut aussi simplifier l'organisation de certaines situations, par exemple certaines situations de communication parfois complexes à mettre en œuvre ou lorsque l'on demande un travail par deux.

3.2.4.3 Troisième demi-journée

Au cours de cette séance, nous avons prolongé les discussions précédentes en ciblant sur le thème du calcul mental, du calcul réfléchi et du calcul instrumenté à partir des activités proposées dans ERMEL et des documents d'accompagnement des programmes sur ces thèmes (composante cognitive). Nous avons également fourni et commenté le document ressource (voir annexe 5) en donnant des indications sur l'adaptation des situations (notamment par un jeu sur les variables didactiques), sur leur mise en œuvre dans une classe de ZEP, sur l'aide éventuelle à apporter aux élèves (composante médiative).

3.2.4.4 Quatrième demi-journée

Au cours de cette dernière séance, en réponse à la demande de propositions de supports d'activités de géométrie, nous avons proposé un certain nombre d'exemples de situations en géométrie plane et en géométrie dans l'espace (composante cognitive). Notre intervention devait permettre aux enseignants d'enrichir leurs pratiques en géométrie en prenant du recul à partir d'une réflexion sur une démarche générale en géométrie (continuité, cohérence des compétences à travailler sur l'ensemble de l'école élémentaire).

A partir des documents élaborés par les chercheurs (voir annexe 6), déclinant pour chaque cycle des situations correspondants aux principales compétences (reconnaître, reproduire, construire, décrire...) des programmes de l'école élémentaire, nous avons insisté sur le choix des variables didactiques permettant à l'enseignant d'adapter la progression en fonction du cycle et des difficultés effectivement constatées dans la classe (composantes cognitive et médiative).

3.2.5 Quelques remarques sur le déroulement du stage, les attentes et les représentations des professeurs débutants et des autres enseignants

Même si les contraintes institutionnelles n'ont pas assuré dans la durée une réelle disponibilité de l'ensemble des enseignants (proximité du lieu du stage et de l'école...), l'équipe des professeurs de l'école a apprécié de disposer de ce temps d'échanges qualifiés de « riches » et envisage d'exploiter les différents documents proposés par les chercheurs qualifiés de « disponibles », ayant cherché à apporter des réponses aux demandes précises formulées avant le stage.

Les enseignants de l'école reconnaissent tous l'intérêt de ce stage, considéré comme « concret », pour leur activité professionnelle et soulignent que des réponses aux « questions et difficultés rencontrées au quotidien » ont été apportées. En particulier, le temps de travail de groupe par cycle puis la mise en commun ont permis d'envisager la continuité entre cycles. Ces moments ont fait ressortir « l'indispensable à faire passer », « l'utile au jour le jour », rassurant ainsi les enseignants en rétablissant une certaine confiance vis à vis de leurs choix.

3.3 Situations d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.E.M.)

Rappelons que cette situation, organisée au sein de groupes restreints, vise à faciliter un passage de l'individuel au collectif. Elle se déroule à l'issue de la demi-journée au cours de laquelle les enseignants participants ont été observés par les chercheurs également acteurs de ces situations. Sur la base des témoignages des enseignants débutants, il s'agit d'initialiser et de mettre en place une pratique réflexive à partir d'échanges entre pairs et avec les chercheurs. Ces échanges sur les pratiques effectives, sur leur efficacité et leurs limites, permettent d'une part aux enseignants accompagnés de mettre en commun leurs expériences, d'enrichir leurs analyses a posteriori, et d'autre part aux chercheurs de replacer les observations effectives dans la continuité de la classe. Ils amènent les enseignants à passer d'une simple description de leur pratique à une analyse de leurs projets et de leurs mises en actes. La mixité entre chercheurs et enseignants permet à ces derniers dans ce contexte d'enrichir leur lexique concernant le discours sur les pratiques. Ce retour réflexif sur sa propre pratique, imposé dans un premier temps dans le cadre de la formation, se construit par la suite dans la durée, à partir de nombreuses situations d'échanges sur des sujets variés.

De façon générale, l'ingénierie d'accompagnement doit prendre en compte l'institution. Les situations de compagnonnage, d'échanges et de mutualisation des pratiques (S.C. et S.E.M.) supposent des observations de classes et des regroupements réguliers entre enseignants accompagnés et chercheurs.

A cette étape des analyses, nous donnons ici seulement des éléments sur la manière dont nous conduisons ces situations d'échanges. Nous pensons par la suite, à partir de l'ensemble de ces moments, pouvoir reconstituer, à travers des études de cas, des indicateurs de l'évolution de chaque professeur sur les deux années d'accompagnement.

3.3.1 Des difficultés méthodologiques inhérentes aux contraintes institutionnelles et sociales

A la suite des observations de classe, observateur et observé ressentent la nécessité d'un temps d'échange à propos de la séance proposée. Pour l'enseignant, il s'agit d'apporter à chaud des compléments relatifs à ce qu'il a effectivement fait et aux décalages avec ce qu'il avait prévu de faire, voire de donner de premiers éléments d'analyse sur les difficultés qu'il a pu repérer chez ses élèves et sur ses propres hésitations en contexte, à partir de supports immédiatement disponibles dans la classe, pour « aider » le chercheur à « comprendre » ses choix. Pour le chercheur observateur, il serait frustrant de quitter la classe sans aucun commentaire, visant notamment à rassurer l'enseignant qui a accepté d'ouvrir la porte de sa classe, en confrontant les regards sur les pratiques. Cependant les conditions institutionnelles de cet accompagnement nous contraignent à organiser ces regroupements sur le « temps libre » des enseignants et dans l'école ce qui, du fait que les enseignants sont très occupés (d'autres réunions sont quelquefois programmées dans l'urgence et se chevauchent ...), restreint la durée des échanges et n'est probablement pas sans effet sur leur contenu.

Ces situations d'échanges et de mutualisation ont été intégrées dans le contrat lié au dispositif d'accompagnement. Nous considérons que la présence des chercheurs observateurs et d'autres chercheurs non observateurs est nécessaire pour assurer une certaine « dynamique », chacun jouant un rôle différent. En général, au cours de ces moments, d'une durée d'une heure, sont présents deux chercheurs et deux à quatre professeurs observés chacun par un des deux chercheurs.

Selon la date de la rencontre, les situations d'échanges et de mutualisation peuvent se révéler de « qualité » très inégale et il semble que ceci soit davantage à mettre en relation avec des contraintes sociales relatives au contexte de l'école qu'avec les séances proprement dites... Les analyses ultérieures de ces moments devraient permettre de faire apparaître la nécessité de répéter suffisamment ces séances pour envisager le bénéfice de ces moments sur les analyses réflexives des pratiques (l'évolution n'est pas linéaire, on constate quelquefois des « régressions » ...).

3.3.2 Quelques éléments du déroulement

Au cours de ces situations, les chercheurs organisent les échanges de manière à donner le plus largement possible la parole aux professeurs et à provoquer les discussions entre eux. Ils jouent un rôle de « médiateur » faisant en sorte que tous puissent s'exprimer, voire de « réacteur » pour inciter à davantage d'explicitation à certains moments, et restent « en retrait » se permettant seulement de répondre à des demandes explicites des enseignants. Ils doivent à chaque fois s'adapter aux conditions et tenir compte de la plus ou moins grande disponibilité des enseignants. On constate une évolution dans le comportement général des professeurs : au cours du temps, une certaine « méfiance » assez naturelle (les enseignants ont « fréquenté » certains chercheurs formateurs dans le cadre de leur formation initiale à l'IUFM) observée lors des premières séances cède la place à une « libre parole » qui s'instaure peu à peu à des rythmes différents selon la « personnalité » de l'enseignant.

Le débat est initialisé par une demande assez ouverte des chercheurs à propos de la situation de la séance observée dans la progression de l'enseignant pour avoir en partie accès à sa conception de la cohérence des apprentissages. Les enseignants évoquent ainsi les points importants de leur progression, s'appuyant parfois sur les documents qu'ils utilisent ou qu'ils ont élaborés et pouvant également les mettre en relation avec les interventions au cours du stage (SIEQ). Sous prétexte de présenter aux autres la séance qu'ils ont conduite, ils décrivent leurs choix et relatent la manière dont ils ont perçu leur prestation. Les premières fois, les descriptions sont plus ou moins fines et peu à peu elles évoluent en des interprétations des faits basées sur des analyses des réactions, des comportements des élèves et des prises de décision de l'enseignant. De plus, les réactions, les interrogations de leurs pairs apportent d'autres éléments sur les conceptions de chacun concernant l'enseignement et l'apprentissage de certains contenus mathématiques, appréhendés de manière plus décontextualisée.

Il arrive que les enseignants s'appuient sur des productions effectives de leurs élèves pour illustrer et enrichir le débat. Ces productions peuvent être recueillies au cours de la séance observée, mais elles peuvent aussi provenir d'une évaluation réalisée lors d'une séance antérieure. Les enseignants s'expriment sur l'utilisation des fichiers et plus généralement de leurs ressources à travers les adaptations qu'ils ont été amenés à effectuer.

Les chercheurs, en qualité de « personnes ressources », apportent à ce moment des réponses à des questions contextualisées concernant d'abord en priorité les situations mathématiques choisies, les ressources utilisées en tenant compte des personnes auxquelles ils s'adressent. Progressivement, au fur et à mesure des SEM, ces questions évoluent et portent aussi sur les mises en actes, notamment les choix concernant l'organisation de la classe (travail en groupe, durée des différentes phases ...), mais également l'organisation des mises en commun, la prise en compte de tous les élèves...

Les discussions amènent également les professeurs à préciser les situations spécifiques de chacune des écoles : composition sociologique, histoire des équipes enseignantes et projet de construction ou souhait de restructuration en évitant les regroupements basés sur des caractéristiques sociales.

3.3.3 Premiers constats

Concernant l'utilisation des ressources proposées par les chercheurs au cours du stage d'adaptation à la prise de fonction, il semble que l'impact sur la pratique du calcul mental puisse être repéré sur une grande majorité des professeurs accompagnés.

Concernant l'analyse réflexive, certains enseignants révèlent très rapidement leur capacité à décrire précisément la séance, avec une prise de conscience des choix effectués et une vue d'ensemble de leur classe et de ce que font réellement les élèves. Pour d'autres, cela semble moins facile de dépasser une simple description en termes de « constats » de leurs pratiques et des interprétations basées sur le contexte de la séance (élèves fatigués, retour de vacances ...). Il sera intéressant d'étudier l'évolution individuelle de chacun des participants.

Les échanges entre pairs amènent également les enseignants à « confronter » leur lecture des instructions officielles, à enrichir la base des ressources disponibles, et à se rassurer en cherchant l'approbation des chercheurs participants.

Enfin globalement, les professeurs NT2 déclarent aborder leur seconde année plus sereinement. Ils sont plus à l'aise pour gérer les comportements des élèves ("savoir comment réagir") et déclarent mieux connaître les programmes, se les être davantage appropriés. Leur regard sur les élèves évolue également. Certains préparent des questions à poser aux chercheurs à l'occasion de ces rencontres.

3.4 Situations de compagnonnage (SC) : aides demandées et réponses apportées

Les aides demandées lors de la phase de compagnonnage portent essentiellement sur le contenu mathématique et sur l'adaptation de situations d'apprentissage à des élèves de ZEP. Les demandes concernent : la technique opératoire de l'addition au CE1 (pour faire une affiche dans la classe), une progression sur la multiplication au CE2 (sens et technique) et au CM1 : une progression sur la division, les nombres décimaux, les aires, l'agrandissement et la réduction de figures. Notons aussi une demande de documentation sur les rallyes en mathématiques. Nous n'avons pas eu de demandes sur le déroulement des séances, sur la mise en actes, sur la gestion de la classe et des comportements des élèves ; pas vraiment de demandes non plus sur la gestion des difficultés des élèves, comment les diagnostiquer, comment y remédier... Notons aussi que c'est le professeur qui avait la formation la plus poussée en mathématiques et qui mettait en œuvre des scénarios les plus proches de ce qui est proposé en formation initiale qui a fait le plus de demandes de progressions (4 sur les 7 demandes).

Nous pouvons donner quelques éléments d'explication à cela. Les enseignants concernés débutent dans le métier. Leur priorité est sans doute le choix de situations pour l'apprentissage des élèves. Lorsqu'ils ont globalement réglé les problèmes de gestion de leur classe (aidés en cela par l'institution, par exemple lorsque la direction de l'école est dynamique, l'équipe stable...), la contradiction socialisation/apprentissage devient alors plus faible et ils peuvent se concentrer sur leur mission d'instruction. D'autre part, les chercheurs sont en même temps formateurs à l'IUFM, et donc en priorité perçus comme tels et surtout comme spécialistes d'une discipline.

Comme nous l'avons dit, les réponses apportées sont liées au contexte de la classe et prennent aussi en compte la personne de l'enseignant. Nous essayons de répondre sans être trop précis, de manière à laisser une marge de manœuvre et un choix au professeur. Par exemple, pour les demandes de progression, nous donnons des lignes directrices et fournissons plusieurs exemples de situations d'apprentissage et de réinvestissement qui nous paraissent suffisamment « riches ». Quelques exemples de réponses sont donnés en annexe 12.

**TROISIEME PARTIE : PREMIERS RESULTATS ET PISTES DE
TRAVAIL**

A cette étape de notre recherche, l'analyse des données n'est pas terminée. Nous pouvons néanmoins dégager quelques pistes de résultats concernant les quatre premiers professeurs débutants observés.

1 LES EFFETS DE LA FORMATION A COURT ET MOYEN TERME

Un premier effet concerne l'extension des marges de manœuvre du professeur débutant : celui-ci acquiert une certaine liberté par rapport aux ressources existantes et aux contraintes liées à l'équipe pédagogique.

Nos diverses observations nous amènent à dire que les professeurs débutants peuvent avoir, au départ, différentes attitudes par rapport au fichier officiellement utilisé en classe de mathématiques en fonction de ses caractéristiques. Notons qu'en général le choix est déjà fait quand ils arrivent dans l'école et qu'ils ne peuvent dans un premier temps que s'y conformer.

Certains considèrent à juste titre le fichier comme un carcan (non adapté, trop formel...), mais ils ont du mal à s'en libérer car il est utilisé par les autres collègues de l'école. Dans ce cas, notre ingénierie semble avoir contribué à faire disparaître leurs hésitations puisque des débutants observés ont finalement totalement abandonné le fichier officiel et déclarent bâtir eux-mêmes leurs leçons, à partir de divers documents et de leur inspiration personnelle. Les documents que nous avons fournis et les réponses à leurs demandes ont sans doute facilité ce choix. Notons que cette émancipation peut aussi avoir ses revers si le professeur débutant n'est pas assez « armé » pour construire lui-même ses progressions. Le fichier constituait un cadre, qui même imparfait, avait le mérite d'exister.

D'autres, lorsque le fichier est plus « ouvert », l'utilisent relativement fidèlement, en suivant de près la progression, tout en s'autorisant quelquefois à sauter certaines situations jugées trop complexes.

Ces deux attitudes face aux ressources présentes dans la classe sont confortées grâce aux échanges suscités dans notre ingénierie. Notre accompagnement permet à certaines ressources d'être reconnues comme riches et d'exister dans ces classes. Il contribue à étendre les marges de manœuvre du professeur et donc à élargir le champ des possibles dans le domaine du choix des situations.

1.1 A propos du rattachement des pratiques des professeurs débutants à un i-genre

Les pratiques de l'un des professeurs observés relèvent d'emblée du i-genre 3 minoritaire. Pour les autres, il faut une analyse plus détaillée. De façon générale, il y a nécessité de prendre en compte plusieurs facteurs. D'une part les ressources pédagogiques : il semble que les manuels utilisés en mathématiques lors des deux premières années aient un rôle important dans la construction des pratiques des débutants ; d'autre part la maîtrise par le professeur des contenus mathématiques mais surtout l'installation dans une « posture enseignante » par rapport à cette discipline et à son enseignement. Il faut aussi considérer le niveau scolaire de la première classe dans laquelle le Professeur des Ecoles enseigne : ses pratiques ne sont pas forcément les mêmes en débutant en CP ou en CM2. Enfin le contexte social et institutionnel de l'école, la direction de l'école peuvent jouer un rôle très important dans l'impulsion de tel ou tel type de pratique.

1.1.1 Posture enseignante et maîtrise des contenus

Ces premières observations nous ont permis de préciser le rôle joué par la maîtrise des contenus mathématiques à enseigner dans les grands choix effectués par les professeurs. La maîtrise des contenus, bien qu'indispensable, n'assure pas à elle seule, la compétence à transmettre ces contenus, le professeur pouvant rester soit dans un rapport au savoir de type élève, soit rester dans un rapport de type expert. Nos différentes analyses nous amènent à souligner l'importance d'une certaine « vigilance scientifique » de la part du professeur alliant une maîtrise des contenus mathématiques enseignés à une perception des enjeux d'apprentissage, y compris en terme d'organisation des savoirs en jeu.

1.1.2 Ressources pédagogiques et i-genre : cas du fichier en mathématiques

Nous observons que les fichiers utilisés en mathématiques ne sont pas neutres du point de vue des pratiques. Il semble qu'un type de fichier peut induire un certain type de pratique, en partie à l'insu du professeur débutant.

Par exemple, un fichier faisant écho à la formation et aux interventions au cours de l'accompagnement, qui donne une grande place à la résolution de problèmes et qui décrit dans le détail le déroulement des séances, peut contribuer à rapprocher un professeur débutant du i-genre minoritaire. A l'inverse, un fichier basé sur la répétition et l'imitation, qui laisse peu d'initiative à l'élève, où celui-ci n'a qu'à reproduire, avec quelques variantes, l'exemple de départ rapproche le professeur débutant du i-genre majoritaire. Il y aurait ainsi une sorte de « formatage » des pratiques à partir du fichier. Mais bien sûr, cela ne suffit pas. Une séance de mathématiques, dont tous les moments sont précisément décrits (dévolution, recherche des élèves, mise en commun, institutionnalisation) peut être détournée de ses objectifs initiaux et devenir une leçon où l'élève n'a plus qu'à appliquer ce que dit le maître. Mais si le type d'activités proposées par le fichier correspond aux préoccupations et aux choix du professeur et si ce dernier suit assez fidèlement les indications, sa pratique est en quelque sorte « induite » par le fichier. Le type de fichier utilisé contribuerait au rattachement des pratiques du professeur à un i-genre.

1.1.3 Des effets contrastés sur les pratiques

A cette étape de notre recherche, il apparaît des pratiques que l'on pourrait qualifier de « i-genre trois non maîtrisé » se caractérisant par une classe lieu de confiance et de communication mais aussi lieu de travail mathématique. Les situations proposées aux élèves sont consistantes et ces derniers disposent d'un temps de recherche effectif. Des phases collectives existent, mais elles ne suffisent pas à assurer une maîtrise du i-genre³. En effet, elles semblent le plus souvent improvisées : par exemple, lors des mises en commun les productions sont présentées dans un ordre aléatoire et de façon non hiérarchisée ; l'institutionnalisation est faible, voire inexistante.

Plusieurs professeurs observés présentent ce type de pratique selon des modalités différentes. Par exemple, un professeur privilégie le plus souvent les corrections sous forme de cours dialogué débouchant sur une institutionnalisation, mais ceci se fait au détriment de l'explicitation et de la synthèse des productions des élèves. De plus, les phases de recherche consistantes n'existent que dans le cadre d'un travail autonome et collaboratif.

Nous présentons plus en détail la pratique d'un autre professeur observé qui nous semble particulièrement caractéristique d'un « i-genre 3 non maîtrisé ». En voici les éléments importants :

1. Proposition de situations plaçant les élèves face à de réels problèmes : une certaine initiative est laissée à l'élève qui dispose d'un temps de recherche significatif pendant lequel il y a peu de guidage de la part du professeur.

2. Neutralité du professeur pendant la phase de recherche des élèves : il peut par exemple les inciter à utiliser le matériel ou au contraire à anticiper, mais en aucun cas il ne donne la solution.

3. Validation possible du côté de l'élève, en référence au respect des différentes contraintes. En effet, ce dernier peut identifier « le but à atteindre », donc effectivement valider sa réponse en mesurant l'écart à ce but. Le professeur n'est plus alors le seul garant de la validité de la réponse.

4. Présence d'une phase collective de mise en commun s'appuyant sur les productions effectives des élèves avec demande systématique d'explicitations formulées par les élèves.

5. Gestion de classe plus collective qu'individuelle. Le professeur déclare que les élèves de ZEP ont davantage besoin de repères, d'encadrement que d'un suivi individualisé.

6. Tentative de synthèse, mais avec des difficultés relatives au contenu de cette phase. On note une certaine improvisation de la part du professeur qui semble tâtonner et se laisser porter davantage par l'action immédiate que par l'anticipation. Les productions validées sont toutes mises au même niveau, il n'y a pas de hiérarchie explicite : le recours au matériel ou à la représentation sont mis sur le même plan que le recours direct aux objets mathématiques (les nombres, les opérations) même si cette hiérarchisation est plus ou moins sous entendue dans le livre du maître utilisé.

7. Pas d'institutionnalisation explicite Le professeur ne pointe pas vraiment le savoir mathématique en jeu dans l'activité.

8. Peu de décontextualisation

9. Souci de cohérence, de mises en relation entre différentes situations

10. Souci très important de dédramatiser l'erreur lié à une volonté de valoriser les élèves : les productions les plus primitives ou erronées ne sont pas rejetées mais simplement « mises de côté ». L'explicitation d'une procédure erronée peut même prendre beaucoup de temps au cours d'une séance.

Ce souci est directement lié aux habitudes de communication instaurées dans la classe : pendant la phase de mise en commun, les élèves sont attentifs, participent. Le professeur les sollicite beaucoup et demande toujours leur avis à propos des productions de leurs pairs. Cet aspect s'accroît lors de la seconde année d'observation où les élèves peuvent poser des questions avant de se lancer dans une recherche et sont amenés à expliciter les erreurs commises par leurs pairs.

Parmi ces dix points importants, certains sont des indicateurs du i-genre 3, en particulier les cinq premiers. Mais il y a une faiblesse du côté de la synthèse et de l'institutionnalisation, qui peut en grande partie s'expliquer par les difficultés inhérentes à la maîtrise de cette phase. Une première difficulté concerne la hiérarchisation des productions des élèves. La (les) procédure(s) la (les) plus experte(s) n'est (ne sont pas) mises en valeur et n'est (ne sont) pas décontextualisée(s). Par exemple, au cycle 2, le professeur ne dit pas qu'il est temps de se libérer du matériel et d'avoir recours à des procédures numériques. Pour expliquer cette difficulté, on peut dire qu'il est pris dans une triple tension : d'une part la gestion de l'hétérogénéité de la classe et son souci de dédramatiser l'erreur font que ce professeur est le plus souvent obligé de prendre en compte les productions de tous les élèves, et pas seulement

celles des meilleurs. D'autre part, au cycle 2, la question de savoir comment amener les élèves à conceptualiser en s'appuyant sur des manipulations ou des représentations n'est pas simple : il faut privilégier le travail sur les nombres et les opérations, mais sans laisser de côté le « sens » qui se construit le plus souvent à partir du matériel. Enfin, il y a la nécessaire avancée du temps didactique qui fait que les procédures numériques doivent finalement être privilégiées. Notons de plus que, même pour un expert, le Professeur des Ecoles ne peut jamais complètement anticiper la conduite d'une synthèse ; de plus, la hiérarchisation des procédures dans l'action est complexe car l'ordre n'est pas toujours linéaire (certaines peuvent être mises en parallèle).

Une seconde difficulté, liée à la première, concerne la maîtrise des enjeux mathématiques des activités proposées. Par exemple, lors du jeu du banquier en numération ce professeur ne pose pas vraiment le problème de comparaison de deux collections après échanges, alors que c'est un des buts importants de ce jeu. Nous rejoignons les questions posées à propos de la maîtrise des contenus enseignés et de leur disponibilité pour les élèves.

Ce professeur ne fait pas vraiment d'institutionnalisation explicite. Après la mise en commun des productions, il ne reformule pas vraiment ce qui est important et qui vient d'être élaboré, parfois difficilement, avec les élèves. Il ne pose pas les questions qui montreraient si les élèves ont effectivement compris l'intérêt mathématique de l'activité et s'ils n'en restent pas au niveau de la manipulation. Notons que ce type de pratiques pourrait avoir des effets différenciateurs dans la mesure où l'élève doit décoder seul ce qui est important à retenir en mathématiques de la situation.

Ce professeur utilise un fichier faisant beaucoup de place à la résolution de problèmes par les élèves et décrivant minutieusement le déroulement des séances. Comme nous l'avons déjà dit, on peut se demander dans quelle mesure cela peut avoir une influence sur sa pratique.

On peut dire que l'utilisation d'un tel type de fichier garantit la consistance des problèmes proposés et une partie de la démarche utilisée : recherche des élèves avec une certaine neutralité du professeur, mise en commun des productions. En revanche, elle ne garantit pas la « bonne conduite » ni même l'existence de phases de synthèse et d'institutionnalisation. Si le professeur « respecte » la mise en œuvre proposée par les auteurs concernant la dévolution du problème, il peut reconnaître, lors de la mise en actes, des productions effectives proches de celles évoquées dans le document. Mais ensuite, la proportion de celles-ci peut différer et l'enseignant se laisse « emporter » : il n'ose pas en écarter certaines, il retient les procédures majoritaires et ne privilégie pas celles, plus minoritaires qui permettraient d'assurer l'avancée du temps didactique.

L'utilisation d'un fichier faisant une grande place à la résolution de problèmes, si elle semble assez incompatible avec les i-genres majoritaires (qui individualisent beaucoup l'enseignement et qui réduisent les tâches) ne peut déboucher seule sur le i-genre 3. La question de la conduite des phases de synthèse et d'institutionnalisation semble cruciale. Elle serait liée non seulement à une maîtrise des contenus mathématiques mais aussi à une certaine « vigilance scientifique » concernant la compréhension des enjeux en terme d'apprentissages mathématiques, mais aussi la capacité à lire a priori et/ou dans l'action les cheminements cognitifs possibles permettant aux élèves d'être effectivement dans l'activité visée. Cette question rejoint celles posées à propos de la posture enseignante (cf. ci-dessus).

Si le fichier qu'il utilise a sans doute joué un rôle important dans le cas du professeur d'école débutant, il existe sans doute d'autres origines potentielles conduisant à ces pratiques. Il en est sans doute ainsi du développement dans le corps des enseignants d'une idéologie de plus en plus prégnante que l'on pourrait qualifier de « pseudo-constructiviste », mettant

l'accent sur la résolution de problèmes dans l'enseignement contemporain des mathématiques à l'école élémentaire.

1.1.4 Genre et niveau scolaire

Le niveau scolaire des classes (cycle 2 ou cycle 3) dans lesquelles le professeur est affecté en première nomination peut être un déterminant important pour l'inscription dans un i-genre donné. Là encore, ce sont les moments de synthèse et d'institutionnalisation qui semblent cruciaux. En effet, leur existence dépend des savoirs mathématiques en jeu dans les situations. Au cycle 2 et plus particulièrement au CP, les savoirs sont assez vite naturalisés, ce qui peut conduire les enseignants à sous-estimer les enjeux des moments collectifs d'institutionnalisation ; celle-ci pouvant souvent être menée sur un mode individuel ou public. Ce constat concernant la nature des savoirs est renforcé par les difficultés des très jeunes élèves à entrer dans des activités collectives (centration plus importante sur soi-même, difficultés d'écoute et de formulation).

En revanche au cycle 3 et plus particulièrement au cours moyen, la naturalisation de beaucoup de savoirs mathématiques enseignés peut nécessiter plusieurs années voire pour certains individus n'être jamais réalisée. Celle-ci se faisant progressivement lors de différentes institutionnalisations, le caractère collectif de ces moments est non seulement justifié mais peut s'avérer indispensable.

1.1.5 Genre et contexte institutionnel

L'équipe locale des enseignants et notamment la direction de l'école joue un rôle non négligeable dans la formation et la stabilisation des pratiques.

Le parcours des professeurs débutants de l'école où s'est déroulé le stage dit « d'école » (voir première partie, paragraphe 6.2) en est un exemple emblématique. Un des professeurs observés, dont la pratique relève du i-genre 3 non maîtrisé déclare lors d'un entretien qu'au départ, sa participation au travail de l'équipe, impulsé d'une manière volontariste par la directrice de l'école, a été difficile. Ce travail était ciblé la première année sur la mise en œuvre d'une « démarche d'investigation » en sciences et sur l'utilisation en mathématiques d'un manuel imposé « Cap maths ». La seconde année l'utilisation systématique et pour toutes les classes du ERMEL a été décidée par l'équipe sur proposition argumentée de la directrice. Ce professeur, surtout la première année, a du fournir un travail important pour réussir à s'intégrer dans le travail de l'équipe. Elle déclare « *pour un début, j'aurais préféré un fichier plus tranquille...* » Et même « *il y a eu un moment de panique au début* » car « *on ne comprenait pas où ils (les auteurs du fichier) voulaient en venir* ». Elle reconnaît que l'équipe l'a aidée et se déclare finalement satisfaite de cet investissement et de la réflexion qui l'a accompagné. Toute seule, on peut penser qu'elle aurait mis en œuvre un autre type de pratique.

Plus généralement, la formation de la pratique d'un professeur débutant dépend des conditions d'accueil dans l'école où il est amené à exercer. Le cas particulier de l'accompagnement duel décrit ci-dessous montre que les modalités de cet accueil peuvent être déterminantes dans la construction d'une pratique

1.2 Cas particulier de l'accompagnement duel

L'accompagnement duel correspondant à ce dispositif de compagnonnage a été conçu comme une modalité du dispositif global de la recherche. Il permettait d'investiguer l'option « formation individualisée » pour évaluer les enjeux et l'intérêt d'un tel dispositif, coûteux et difficilement reproductible.

Ce compagnonnage individualisé a évidemment permis un suivi de proximité des professeurs concernés. La confrontation duelle entre le professeur et le chercheur a permis de répondre, au plus près, aux demandes et aux interrogations exprimées. L'organisation des rencontres était également facilitée par le fait que deux personnes seulement étaient engagées dans le dispositif. Néanmoins, de nombreux inconvénients inhérents à cette relation duelle se sont révélés à mesure que le dispositif se mettait en oeuvre.

Tout d'abord, la confrontation d'un professeur débutant avec un chercheur par ailleurs formateur dans l'IUFM même où il a été formé n'a pas toujours permis d'instaurer une relation très claire. Lors de l'observation des séances, cette ambiguïté s'est révélée à son comble. Qui était vraiment présent aux yeux du professeur observé, le chercheur ou le formateur ? Malgré un positionnement bien précisé en amont de la collaboration, cette ambivalence a perduré et certainement eu une influence non négligeable sur les échanges établis au cours de cette recherche, sans que nous puissions en mesurer l'impact. Au-delà de l'observation des séances, les échanges instaurés ont également pâti de ce double positionnement de chercheur/formateur.

Nous pouvons d'emblée dire que l'encadrement par accompagnement duel engendre des biais de formation ayant certainement des incidences non négligeables, pas toujours identifiables, sur les demandes exprimées par les professeurs engagés dans un tel dispositif. Pour bien comprendre ce qui est en jeu, il faut avoir conscience que chaque demande formulée au chercheur/formateur est révélatrice, pour l'enseignant concerné, d'un manque qui n'est pas toujours facile à assumer, même (ou surtout) de la part d'un professeur débutant. Les deux professeurs engagés dans ce dispositif ne semblent pas avoir appréhendé cette dimension de la même façon. Le rapport personnel de l'enseignant à l'enseignement des mathématiques et plus généralement aux fonctions qu'il assume a certainement interféré dans la prise en compte de cette dimension.

La fonction de personne « ressource », dans une relation duelle, a été délicate à assurer car elle n'a pas été clairement définie au niveau du projet initial. En effet, il s'agissait de tester un dispositif de formation dans un cadre spécifique (accompagnement duel), amené à évoluer selon les situations rencontrées.

D'autre part, la relation duelle impose une proximité qu'il convient de contrebalancer par une certaine distanciation si l'on souhaite rester dans le cadre du dispositif. L'équilibre entre cette proximité et cette distanciation est à établir individuellement, avec chaque professeur engagé dans le dispositif et il n'est pas le même pour tous suivant la compréhension qu'ils se font de la personne « ressource ».

Il faut souligner une autre difficulté rencontrée au cours de cette recherche, également liée au caractère ambivalent du statut de personne « ressource » : comment répondre aux questions posées par les professeurs sans avoir une influence directe sur les pratiques observées ? Rappelons que le double enjeu de cette recherche était d'une part, d'évaluer un dispositif de formation spécifique et d'autre part, d'observer des pratiques en construction de professeurs débutants enseignant dans des classes de ZEP/REP. Entre les réponses fournies par le chercheur après observation des pratiques du professeur et les réponses attendues par ce dernier, la tension est forte. Le professeur débutant qui s'expose aux yeux du

chercheur/formateur attend à la fois, des conseils car il sait qu'il n'est pas expert et qu'il a encore beaucoup à apprendre (notamment du formateur) et à la fois, une certaine reconnaissance de ses pratiques professionnelles. Du point de vue du chercheur, les marges de manœuvre sont assez faibles puisqu'il doit se garder de donner des conseils trop personnalisés qui pourraient être interprétés comme des indications liées à un jugement de valeur (ce que le professeur observé attend indéniablement) tout en répondant précisément aux interrogations du professeur. Il ne doit impulser des changements de pratique qu'à travers les ressources fournies en réponse aux demandes exprimées et non à travers des commentaires post-observation.

Compte tenu des difficultés liées à l'accompagnement duel, il conviendrait si l'on souhaite reconduire cette modalité de formation, que les rencontres entre le professeur et la personne « ressource » n'aient pas lieu au même moment que l'observation du professeur par le chercheur.

2 CONCLUSION

Les premiers résultats concernant les effets de notre dispositif d'accompagnement font apparaître un enrichissement des pratiques observées dont une part peut être attribuée à la formation dispensée. Toutefois, différentes modalités d'évolution des pratiques apparaissent qu'il nous faut préciser par une analyse plus fine.

Cette analyse nous permettra également de revenir sur le dispositif mis en place, sur les choix effectués lors de son élaboration afin de le rendre plus performant.

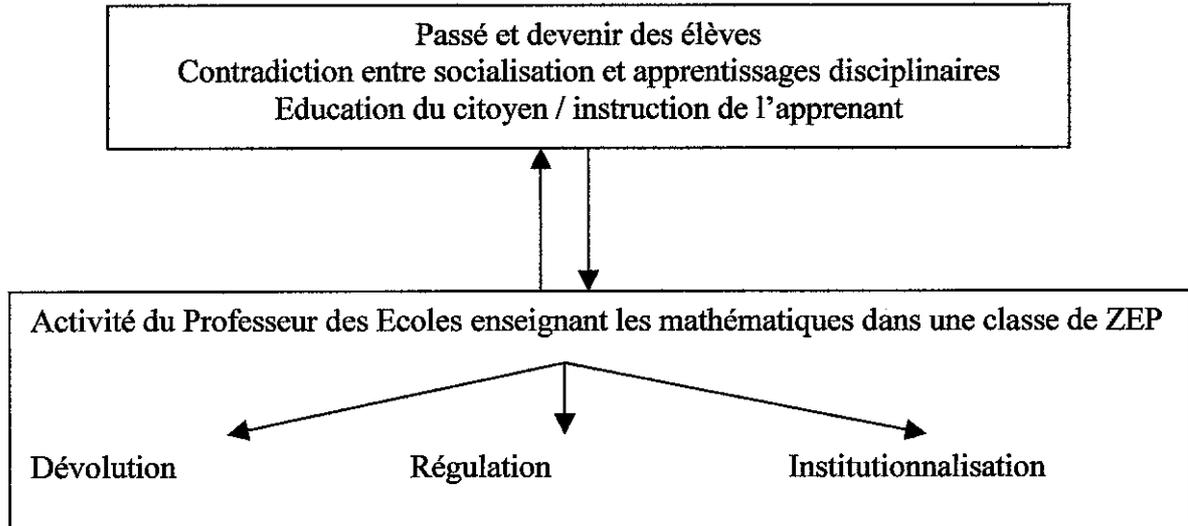
Ces premiers résultats interrogent le cadre théorique et méthodologique dans lequel nous nous sommes initialement situés.

Nous nous proposons d'analyser les pratiques existantes des Professeurs des Ecoles en prenant en compte d'une part l'activité professionnelle du professeur de mathématiques et d'autre part le public auquel il s'adresse. Nous nous centrons sur trois grands moments de l'activité du professeur dans sa classe : les processus de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation ; moments que nous définissons en référence à la théorie des situations. Le public des élèves est pris en compte à la fois dans son passé et dans son devenir. Son passé, notamment cognitif et social nous permet de mieux préciser certaines contraintes de l'enseignement en ZEP. Le devenir de l'élève nécessite de regarder ce dernier en tant que futur citoyen et en tant qu'apprenant. Nous avons abordé cette problématique lorsque nous avons décrit la contradiction fondamentale existant entre la logique de socialisation et celle des apprentissages disciplinaires à laquelle sont assujettis les Professeurs des Ecoles enseignant en ZEP. Elle était aussi à l'origine de notre étude des deux missions du Professeur des Ecoles enseignant les mathématiques : éducation et instruction (Butlen, Peltier, Pézard, 2002).

Nous cherchons à mieux comprendre comment le public participe à la définition de l'activité du professeur et comment cette activité à son tour influence le public des élèves. Le schéma ci-dessous illustre notre problématique de recherche.

Notre première catégorisation faisait notamment apparaître trois i-genres dont un (i-genre 3) est très différent des deux autres (i-genres 1 et 2). Cette distance entre l'i-genre trois très minoritaire et les deux autres pouvait s'expliquer dans un premier temps par certaines caractéristiques de notre échantillon (beaucoup plus de professeurs confirmés que de professeurs débutants) et par le type d'école (public très défavorisé) où ces enseignants exerçaient.

Notre expérience de formateurs de Professeurs des Ecoles nous amène à interroger cette distance entre i-genre 3 et autres i-genres. Les stratégies des enseignants du i-genre 3 étant très proches de celles valorisées en formation initiale, il est légitime de penser qu'une étude plus systématique des pratiques des Professeurs des Ecoles débutants fasse apparaître des choix intermédiaires entre le i-genre 2 et le i-genre 3.



Nos analyses ont donc plusieurs objectifs : affiner notre première catégorisation, mieux comprendre comment se forment les pratiques des Professeurs des Ecoles et étudier les conditions permettant d'enrichir les pratiques existantes dans le but d'améliorer les apprentissages des élèves.

La mesure des effets de notre ingénierie de formation adaptée à des professeurs débutants enseignant en ZEP nous permet de cerner les éléments qui résistent et ceux qui évoluent suite à cette intervention et donc de mieux comprendre la formation des pratiques.

Notamment, à cette étape de notre analyse, nous observons que les effets de l'accompagnement concernent davantage les stratégies et les gestes professionnels relevant du processus de dévolution que ceux relevant des processus de régulation et d'institutionnalisation. C'est justement ce déséquilibre qui peut expliquer les aspects caricaturaux des applications du constructivisme dans les pratiques observées.

La question reste posée de savoir si ces premiers effets de notre ingénierie sont spécifiques du contexte de notre recherche : classes de ZEP regroupant un public socialement très défavorisé et enseignants débutants ou bien s'ils peuvent être observés dans d'autres conditions.

Nous développons ces pistes d'analyse dans un deuxième volume.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHARD-LAVILLE C., NADOT S. (2000) *Malaise dans la formation des enseignants* Paris, L'Harmattan
- BROUSSEAU G. (1995) L'enseignant dans la théorie des situations didactiques In NOIRFALISE, PERRIN-GLORIAN, *Actes de la 8ème école d'été de la didactique des mathématiques*, Clermont Ferrand, IREM de Clermont-Ferrand, pp3-46
- BUTLEN D., PELTIER M.L., PEZARD M. (2002) Nommé(s) en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP : cohérence et contradictions *Revue Française de Pédagogie*, n°140, Paris, INRP, 41-52
- BUTLEN D., PEZARD M. (2003) Etapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation en mathématiques *Recherche en didactique des mathématiques*, Vol 23/1, Grenoble, La Pensée Sauvage, 41-78
- BUTLEN D., PEZARD M. (2003) Une contribution à l'étude des rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes numériques à l'école élémentaire et au début du collège, *Spirale-Revue de recherche en éducation* n° 31, 117-140
- BUTLEN D., PEZARD M., MASSELOT P. (2004) In PELTIER M.L. (Ed) *Dur, dur, dur d'enseigner en ZEP*, Grenoble, La Pensée Sauvage
- BUTLEN D., MASSELOT P., N'GONO B., PEZARD M. (2005) Hétérogénéités et différenciations dans l'apprentissage des mathématiques en ZEP, in ARDM CD ROM *actes de la 13^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*, Ste Livrade
- BUTLEN D. (2004) *Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire. Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des Professeurs des Ecoles*, HDR Paris, Université Paris 8
- CHEVALLARD Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 19(2) 221-266.
- CLOT Y. (1999), *La fonction psychologique du travail*, Paris, PUF
- GOIGOUX R. (1997), La psychologie cognitive ergonomique : un cadre pour l'étude des compétences professionnelles des enseignants de français. *La lettre de la DFM*, 21, (2)
- HOUEMENT C., KUZNIAK A. (1996), Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 16/3, 289-322, Ed. La Pensée Sauvage, Grenoble
- LEPLAT J., & Hoc J.M., (1983) Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations, *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3 (1), 49-63
- LEPLAT J., (1997) Regards sur l'activité en situation de travail. Paris, PUF
- MASSELOT P. (2000) De la formation initiale en didactique des mathématiques (en centre IUFM) aux pratiques quotidiennes en mathématiques, en classe, des professeurs des écoles (une étude de cas), doctorat de didactique des mathématiques, Paris, IREM Paris7, Université Paris 7
- N'GONO B. (2003) *Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques dans les classes difficiles -Etude de l'impact éventuel de ces pratiques sur les apprentissages*, doctorat de didactique des mathématiques, Paris, IREM Paris7, Université Paris 7
- PASTRE P., SAMURCAY R. et BOUTHIER D. (1995) Le développement des compétences, analyse du travail et didactique professionnelle, *Education permanente*, n°123
- PASTRE P. (1996) Variations sur le développement des adultes et leurs représentations, *Education permanente* n°119, pp. 33-63
- PERRENOUD P. (2001) *Développer la pratique réflexive dans le métier d'enseignant*, Paris ESF

- PERRIN-GLORIAN M.J. (1993) Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans les classes faibles, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 13/1.2, 5-118
- PORTUGAIS J. (1998) Esquisse d'un modèle des intentions didactiques In BRUN J. & Als Eds, *Méthodes d'étude du travail de l'enseignant*, Genève, Interactions Didactiques
- ROBERT A. (1999) Pratiques et formation des enseignants, *Didaskalia*15, 123-157
- ROBERT A. (2001) Recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 21/1.2, 57-80
- ROGALSKI J.(2000) Y a-t-il un pilote dans la classe? Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. In ARDM, *Actes du Séminaire National de Didactique des mathématiques – Grenoble – La Pensée Sauvage*
- SCHON D.A. (1994) *Le praticien réflexif. A la recherche de savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal, Les éditions logiques
- TOCHON F.V. (1993) *L'enseignant expert*, Paris, Nathan
- VERGNES D. (2000) *Analyse des effets d'un stage de formation continue en géométrie sur les pratiques des enseignants de l'école primaire*, Paris, IREM Paris 7, Université Paris 7

ANNEXES

1 ANNEXE 1 : GRILL ES D'ANALYSE DES SEANCES

1.1 Première partie

Enseignant	Nom	classe	école	manuel	Nom	classe	école	manuel
La situation mathématique	Première année				Deuxième année			
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
Nature du problème initial								
Existence d'un réel problème nombre								
Situation évoquée au cours de l'accompagnement								
Situation issue d'un document conforme à l'accompagnement								
Choix d'un autre document								
Explicitation des choix des auteurs								
Statut de la connaissance (apprentissage d'une notion, d'un langage, d'une technique, réinvestissement, application)								
Outil/objet								
Mode de validation								
Adaptation de la situation								
Adaptation nécessaire a priori (tout public ou ZEP) ¹								
Adaptation effective								
Repérage et choix des variables								
Mode de validation								
Existence d'une analyse a priori								
Projet de scénario								
Aides								
institutionnalisations								

¹ Du point de vue du chercheur

1.2 deuxième partie

Enseignant	Nom	classe	école	manuel	Nom	classe	école	manuel
La mise en actes	Première année				Deuxième année			
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
Prescription de la tâche								
Mode de prescription								
Négociation de la tâche (abaissement des exigences, support et matériel)								
Négociation a priori ou sous la pression des élèves								
Enrôlement des élèves (modalités, leviers)								
Ancrage dans les apprentissages en cours								
Activité des élèves (recherche)								
Part d'initiative								
Temps de recherche								
Mode de travail								
Activités de l'enseignant								
Interventions de l'enseignant								
Les aides éventuelles								
Prise d'informations sur les élèves								
Prise en compte de ces informations								
Synthèse et institutionnalisations								
corrections								
explicitation collective des productions								
synthèse								
Hierarchisation des procédures (adaptée ou non)								
Institutionnalisation								
Prise en compte du déroulement effectif								
Degré de décontextualisation								
Nature du savoir (résultat, démarche, justification)								

1.3 Troisième partie

Enseignant	Nom	classe	école	manuel	Nom	classe	école	manuel
Les interactions	Première année				Deuxième année			
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
Prescription de la tâche								
Nombre d'élèves sollicités								
Choix des élèves (niveau, pertinence)								
Aide personnelle ou publique apportée								
Temps de parole accordé aux élèves								
Activité des élèves (recherche)								
Nombre d'élèves sollicités								
Choix des élèves (niveau, pertinence)								
Aide personnelle ou publique apportée								
Temps de parole accordé aux élèves								
Synthèse et institutionnalisations								
Nombre d'élèves sollicités								
Choix des élèves (niveau, pertinence)								
Aide personnelle ou publique apportée								
Temps de parole accordé aux élèves								

2 ANNEXE 2 : PROTOCOLE D'UNE SEANCE DE CE2 : RESOLUTION DU PROBLEME LES DALTONS

2.1 Analyse des productions des élèves

Types de procédures	exemples	Nombres d'élèves concernés	Reprise lors de la synthèse
Procédures erronées			
Calculs difficiles à interpréter (multiplications et additions)	$\begin{array}{r} 26 \quad 20 \\ \times 100 \quad \times 60 \\ \hline 260 \quad 80 \end{array}$	2	Non
Procédure P1 : Multiplication des données (posées ou en ligne)	<p>Il faut 2600 pièces de 10F</p> $\begin{array}{r} 260 \\ \times 10 \\ \hline 000 \\ \hline 2600 \\ \hline 2600 \end{array}$	8	Oui (première interrogation)
Procédures pouvant mener à la réussite			
Procédure P2 : Décomposition multiplicative justifiée par des additions répétées	$10 \quad 20 \times 10 + 60 = 260$ $+ 10$ $+$ \dots $+ 10$ 200	4	Oui (deuxième interrogation)
Confusion dans la rédaction entre nombre de pièces, valeurs de celles-ci ou somme correspondante. Erreur significative d'une difficulté à décomposer un nombre donné en nombre de dizaines et à s'abstraire du contexte de la monnaie	<p>Averell je veux 260 ? $10 + 10 + 6 = 260^F$ JACK veut 860^F. $80 + 6 = 860^F$ William veut 1500F 100^F pièces de 10^F et 50 pièces de 10^F : 1500^F. Joé veut 20000^F. 20000 pièces de $10^F = 20000$</p>	2	Non
Procédure P3 : Décomposition de chaque somme faisant apparaître le nombre de pièces de 10 F (numération de position implicite).	$260^F = 26$ pièces de 10^F $860^F = 86$ pièces de 10^F $1500^F = 150$ pièces de 10^F	4	Oui (troisième int.)
Procédure P4 : Explication de l'utilisation de la règle des zéros	<p>Averell a 26 pièces de 10 francs. Jack a 86 pièces de 10F...</p> <p>Calculer : On a enlevé un zéro à chaque personne.</p>	2	Oui (Quatrième int.)

2.2 Nombre de rappels à l'ordre par épisodes, séance de résolution du problème : « les Daltons »

Episode	Sous épisode	Type d'épisode	Nombre d'interventions
1		Dévolution	1
2		Recherche des élèves	5
3		Retour au calme (au cours de la recherche)	5
4	4.1	Retour au calme avant la synthèse	9
	4.2	Etude d'une production	10
	4.3	Etude d'une production	4
	4.4	Etude d'une production	4
	4.5	Etude d'une production	0
	4.6	Etude d'une production	4
5		institutionnalisation	1
6	6.1	Préparation du matériel en vue d'un réinvestissement	13
	6.2	Exercice de réinvestissement n°1	2
	6.3	Exercice de réinvestissement n°2	7
total			65

2.3 Transcription de la séance :

10.43 : (Sonnerie)

2.3.1 Episode n°1 : dévolution du problème, commentaires autour de l'énoncé du problème distribué sur polycopié.

Tu te retournes; ne t'appuie pas contre l'armoire s'il te plaît; tu te retournes. Bon alors... de quoi parle le petit problème ? Géraldine.

Il parle des Daltons.

Des Daltons. Tu connais ... les Daltons.

Oui, Oui...

Non (prénom inaudible)

A la fête des..

A oui, c'est des personnages de quoi ? On lève le doigt.

Farid ?

Les méchants...

On lève le doigt.

(passage inaudible)

...personnage de dessin animé; et aussi ça existe dans quoi ? Dans quel genre de livre on trouve les Dalton ?

Dans les BD

Dans les Bandes Dessinées. Alors...

(passage inaudible, bruits extérieurs)

...de Lucky Luke

Dans une bande dessinée; les Dalton ont enlevé le chien de Lucky Luke qui s'appelle...euh...Rantanplan; et comme les Dalton comme l'a dit Jamel sont des personnages méchants, des brigands, ils réclament une rançon.

...sauf le petit.

Ils sont vraiment... sauf le petit oui, mais ils sont tellement bêtes... comme ils veulent que des pièces de 10 F, (passage inaudible)

Ils demandent qu'en pièces de 10 F, Mamadou ? Jack il veut combien ?

Jack ?

C'est Mamadou.

1500 F

1500 F, il...avec des pièces de quoi ?

De 10 F.

Que de 10 F. Et le dernier le plus intelligent, comme a dit...

Oui...on réfléchit

2.3.2 Episode n°2 : recherche des élèves : le professeur passe dans les rangs et semble interagir avec au moins trois élèves. Il signale une erreur à l'un d'entre eux.

(Début d'une activité: brouhaha général, quelques phrases de l'instituteur ressortent)

Chuuut.

J'arrive, je ne sais pas si c'est bon.

Il y a trop de bruit.

Johanna, je regrette.

(brouhaha)

Chut, attends.

20 fois 60 ? on n'a pas appris à calculer 20 fois 60 ?

T'as pas fait autre chose; tu as dû compter comment Mégane ?

Chut. A ta place et Johanna aussi.

Qu'est ce que tu fais ?

Moi j'ai fait : 2 pièces de... ça fait donc 20 et je mets 3 ...de 10 puis après je calcule.

2 pièces de 10 ça fait 20 F; t'es d'accord. Mais lui, il veut obtenir combien ?

Ben...

Combien ?

260

Il veut 260 F.

Tu crois qu'en donnant 80 pièces de 10 F, il va avoir 260 ?

Tu as peut être une erreur.

Pourquoi ?

..mais il peut pas...

Explique.

(brouhaha)

J'arrive.

...pièces de 10.

Ca fait combien ?

(Fin de l'activité)

2.3.3 Episode n°3 : retour au calme et poursuite de la recherche, en vue de la mise en commun des productions des élèves.

Un, deux... Mamadou, je suis pas content... allez, hop, on arrête... à cause de vous. Vous vous croyez intelligent. Christopher, tu te crois intelligent aussi. Sonia, encore toi ? On reprend en chuchotant.

(Reprise)

On arrête.

(Echanges entre enfants inaudibles)

Stop ! Un de moins.

Je veux le silence.

2.3.4 Episode n°4 : Mise en commun des productions des élèves. Nous découpons cet épisode en sous épisodes.

2.3.4.1 Sous-épisode 4.1 : retour au calme

11.04 : ..Attends que tout le monde t'écoute, que Sonia soit bien installée. Charlotte aussi....
Et que Jamel arrête de jouer...merci Jamel.

A ton tour, silence.

J'attends.

J'attends Géraldine. Charlotte. J'attends Aline toujours.

2.3.4.2 Sous-épisode 4.2 : étude d'une production : $260 \times 10 = 2600$, plusieurs couples d'élèves semblent avoir fait cette erreur.

Tu nous expliques, s'il te plaît.

11.07 : *On a fait 260 fois 10... d'après la méthode qu'on a appris...*

oui.

C'est bizarre. C'est bien cela dit. C'est bien ! Il n'y a aucun élève qui lève le doigt pour dire quelque chose ; il n'y a aucun élève qui...

...

...il a expliqué le premier calcul...pour Averell, et personne n'a écouté. Non Charlotte, ce n'est pas à toi de parler.

Alors tu recommences; et je veux de la part des autres; comme au théâtre, vous écoutez la mise en commun pour dire ce qui est bien et ce qui n'est pas bien. Jamel, s'il te plaît, veux tu arrêter de jouer avec ta règle ! Merci.

Alors, tu recommences à expliquer, il faut que ... écoute.

260 F fois 10 F... on a fait la méthode qu'on a appris.(peu audible)

Oui.

On a fait, ...(inaudible)

11.08 : Alors, une remarque à dire, une remarque à faire. A part ces 3 là, c'est bien, mais... pas plus. Sonia.

...

Pourquoi vous avez multiplié, vous avez la multiplication avec 260 F.

Il y avait 2 croix... il fallait... 10 F ...

260, Eric , ça représente quoi, 260 F, c'est quoi 260F.

...

Non. La question c'est 260 F, c'est quoi ? C'est ce que veut Averell.

On veut obtenir...

260 F

260 F. Alors, qu'est ce que tu peux dire sur ce qu'il a fait ?

... parce qu'il a pris le calcul qu'on avait appris.

Oui.

...et puis il l'a expliqué...il a .. fait une espèce de...il cherche...

...pour l'instant donc, tout le monde est d'accord avec ce qu'il a fait, tout le monde ?
Bon... tu changes de place, étant donné que Jamel parle quand il y a quelqu'un à côté de lui.
Tu vas à côté du Maître.

...260

260, alors pourquoi vous ne me l'avez pas dit, pourquoi vous êtes d'accord. Attends va t'asseoir très rapidement Jamel, et t'arrête ton cinéma. Tu n'es plus dans la classe; allez, tu veux taper, tu jettes les feuilles, je ne veux plus rien entendre.

C'est pas moi.

Voilà, tu fais ton cinéma, on s'occupe de toi; alors..

860

260

...260 avec... en pièces de 10, c'est pas possible

Frédéric ?

...rajoute le ... après...

Alors c'est bon ou pas.

Merci Abdou.

Donc ce n'est pas ... ce n'est pas une multiplication qu'on a appris... tout de suite la multiplication alors...

Ca recommence comme ce matin.

J'attends le silence.

2.3.4.3 Sous-épisode 4.3 : Etude d'une autre stratégie : addition répétée de 10 correspondant à la décomposition de $260 = 20 \times 10 + 60$ sans conclusion sur le nombre de pièces de 10 F nécessaires.

Vas-y . Tu dis tout fort ce que tu as fait.

J'ai fait, 20 fois 10

Non t'as pas fait 20 fois 10...

Comment t'as fait ?

Les calculs...

Alors comment t'as fait comme calcul ? T'as fait quoi ? Jessica !

J'ai fait 20 fois...

Non, t'as fait quoi là ?

...

Voilà, donc t'as mis plein de 10, et les 10 ils correspondent à quoi ? ça correspond à quoi le 10, chut.

...(inaudible)

Non, le 10 que tu as écrit, pourquoi t'as mis 10, 10, 10, 10, 10 ça correspond à quoi le 10 ?

Pourquoi, il a mis plein de 10 comme cela, le 10 il représente quoi ? Cécilia ?

C'est pour ...pour connaître le résultat.

Eric ?
Quand on trouve le nombre... quand on trouve le nombre de 10, on va obtenir quoi ?

...le nombre de pièces de 10 F...

Oui, très bien, donc chaque 10 représente une pièce de 10 F. C'est très bien. Donc tous les 10 représentent une pièce de 10 F.

Donc Wesley, t'as calculé... toutes les pièces de 10 F, et après tu t'es aperçu de quoi?

...(inaudible)

...pièces de 10 F. Ca fait 20 pièces de 10 F. Et...tu as dit que ça faisait que 200 F. Il te reste encore 60 F à fournir en pièces de 10 F.

Comment tu fais. Il te reste 60 F en pièces de 10 F...En tout on a combien ?

...260

Donc on va voir, là...une petite recherche qui, qui... on va voir un autre calcul. Tiens. Tu viens Eric. Qu'est ce que tu fais debout ?...C'est ça...je ne t'ai pas demandé de te lever pour l'instant. Donc Wesley a le début de la recherche ... il a trouvé que...le nombre de pièces de 10 F, on va voir s'il n'y a pas une autre méthode, une méthode un peu plus...rapide, plus élaborée. Alors... je vais vous expliquer ce que vous allez faire, on va voir, les autres... J'attends le silence, Charlotte, tu te retournes parce que je ne suis pas content de toi.

2.3.4.4 Sous-épisode 4.4 :exposé d'une méthode juste s'appuyant sur la multiplication par 10, justifiée après coup par une addition répétée.

Vas- y explique.

11.21 : ...j'ai fait...et j'ai marqué 260F à côté, après j'ai fait 26 fois 10.

Donc, c'est là que c'est important. Il a mis... 260 F. Il a vu que 26 fois 10 égale 260. Donc il a combien de pièces ?

Combien ?

Combien a t-il de pièces de 10 F ?

26 pièces de 10 F.

26.

Tu as entendu ce qu'il a fait...Alors pourquoi vous avez tout réécrit si vous aviez déjà fait ce calcul là, pourquoi vous avez ...toutes les pièces de 10 F.

J'entends rien.

Bah oui, parce que ça chuchote, alors tu répètes... pourquoi...

Pourquoi... donc là, vous avez trouvé 26 fois 10 égale 260 F, pourquoi vous avez refait plein de 10 additionnés comme ça.

...(inaudible)

D'accord... donc ça fait 2 calculs, il faut faire ce calcul là et celui-là pour savoir le nombre de pièces qu'ils ont, d'accord ,c'est ça que tu dis ? Tout le monde est d'accord ?

...

T'as rien écouté !

Si j'ai écouté.

Non, non, non, c'est du cinéma, non c'est du cinéma que tu fais, j'ai répété à chaque fois. Donc tout le monde est d'accord. Tout est bien. Donc pour faire, 26 fois 10 il trouve 260 F, il est obligé encore d'additionner 26 fois 10 F pour obtenir le résultat, pour trouver la solution ?

Moi, j'ai pas fait comme cela...

C'est comme ça que tout le monde a fait ?

Non...

Est ce qu'il était obligé de faire une addition 20 fois 10 F, alors qu'il avait déjà écrit 26 fois 10 égale 260 F.

...récupère...

Tu veux répondre à ma question. Pourquoi ?

....

Farid, qu'est ce que tu penses, toi ?

...

Je te demande pas si c'est bon, je te demande si il était obligé de faire ce calcul là alors qu'on avait déjà fait ça.

...non

Tu lèves le doigt.

...avant

Wesley

...non parce que...

Tu viens nous dire, merci Wesley, Mamadou tu es prêt à écouter. Les mises en commun, c'est pas pour vous embêter. C'est pour pouvoir discuter, voir quelle était la meilleure stratégie, la meilleure technique, et pour essayer de comprendre ce que vous n'avez pas compris. Alors vas-y Wesley, qu'est ce que tu veux nous dire ?

...que.. il l'avait déjà marqué ici...

Mais 26 fois 10 est ce qu'on peut le compter ?

Non.

On l'a appris. Donc alors Mamadou, est ce que tu comprends pourquoi tu n'étais pas obligé de faire tous tes calculs.

Parce qu'il l'avait déjà fait.

Pourquoi ?

...

Oui, tu avais déjà écrit 26 fois 10, donc avec 26 pièces de 10 F, on a...

26

Voilà, donc c'est pas la peine de vérifier.

Alors... 26 fois 10 F, on va avoir pour ?

Pour ?

2.3.4.5 Sous-épisode 4.5 : exposé d'une méthode multiplicative pour résoudre le sous-problème correspondant à Jack.

Pour Jack? Jack, il veut combien, Favio ?

860 F

Il veut 860 F, donc quelle opération pour trouver le résultat ?

86 fois... 86 fois 10 F

Donc il a combien de pièces de 10F pour faire 860 ?

Euh...

Parle plus fort

86 F

Non, 86 fois 10 F, combien de pièces de 10 F pour obtenir 860 F ?

...86

Oui, 86. Donc, en fin de compte on a vu une technique, merci Fabio, qui était beaucoup plus rapide. On cherchait une multiplication, multiplier par 10 on sait, donc ... pour 2000 F, on faisait 200 fois 10 , on trouvait qu'il fallait 200 pièces de 10.

2.3.4.6 Sous-épisode 4.6 : exposé d'une stratégie basée sur la numération et la règle des zéros

L'explicitation de cette méthode se fait à l'aide d'un tableau de numération.

c	d	u

puis

c	d	U
2	6	0*

* le zéro est effacé par l'élève interrogé ; le maître conclut sur cette règle.

Alors Matthieu tu viens nous expliquer un petit peu ce que tu as fait.

Non tais-toi, s'il te plaît.

Tout le monde est passé et pas moi...

Non tout le monde n'est pas passé, tu dis n'importe quoi; mais tout le monde n'a pas jeté sa feuille par terre. Tout le monde n'a pas commencé à faire son cinéma.

Alors tu nous expliques.

Averell voulait 260 F en pièces de 10 F. Et...parce qu'on enlève un zéro...

Alors tu vas réexpliquer, et moi à côté je vais dire quelque chose.

Donc il y avait la méthode de Fabio, 26 fois 10 F est égale à 260 F. Donc 26 est le nombre de pièces. Alors maintenant la méthode de Matthieu: tu la réexpliques, il n'a pas compris Farid. Ecoute. Tout le monde écoute. Même Mégane qui est cachée.

Eh ben faut qu'on enlève le zéro parce que il voulait que...260 pièces de 10 F...

Attends, Stéphane nous a interrompu, si tu n'écoutes pas Stéphane... c'est important. Vas y reprends.

Si on met 260 pièces de 10 F, ben...ça fait plus que 260F

Oui

...alors, il faut enlever un zéro, et tu peux dire...26 fois 10...alors...tu peux... ça fait 260 F.

Alors tu vas nous mettre...

...zéro...

Alors tu nous écrit 260 au tableau. Alors toi tu dis; si je veux savoir le nombre de pièces de 10 F, tu dis, il suffit d'enlever un zéro. Enlève le zéro. Et 260 unités maintenant.

...on en a 26 unités

On a 26 unités ? regarde... (le professeur désigne le tableau de numération).

On a 26 dizaines.

Et une dizaine c'est quoi ?

Euh...

Une dizaine, c'est égal à quoi, une dizaine, ...combien d'unités ?

Dix...euh...dans soixante dizaines...

Isabelle, fais moi une dizaine.

...une dizaine, c'est 10 unités.

Une dizaine, c'est 10 unités. Donc... Matthieu, nous a dit 260 F, c'est 260 unités; pour savoir le nombre de pièces de 10 F, il faut savoir le nombre de paquets de 10 qu'on peut faire. Eh bien, il suffit que j'enlève mon zéro.

Et j'ai combien de paquets de 10 ?

...

Parce que 26 dizaines, j'enlève ? Il y a combien de paquets de 10 ? 26 dizaines ?

26 dizaines, ça fait...

Ca fait combien de paquets de 10 ?

Ca fait... 26 paquets de 10.

2.3.5 Episode 5 : institutionnalisation de la méthode liée à la numération. Pour trouver le nombre de dizaines, il suffit d'enlever un zéro.

Voilà. 26 dizaines c'est 26 paquets de 10. Donc...attends...donc c'est une méthode encore plus rapide hein... C'est un petit peu la même mais c'est dans l'autre sens. On fait... attends Jamel... on sait que 260 F c'est 260 unités, on regarde, on observe le tableau: centaine, dizaine, unité; pour savoir le nombre de pièces de 10 F, c'est le nombre de dizaines... Adeline ? (inaudible) font zéro, donc là je sais que 26 pièces de 10 F ça fait 260 F. 26 fois 10, 260. Merci Matthieu pour avoir, si certains ont compris.

Là, c'était la méthode la plus rapide, en fin de compte. Pour savoir le nombre de dizaines, ou le nombre de pièces de 10 F, il suffit...

...d'enlever un zéro.

Il suffit juste d'enlever un zéro.

...on en fait...

Tu vas t'asseoir Audrey, assieds-toi. Chut, chut, chut.

La mise en commun suivie de l'institutionnalisation ont duré 20 minutes environ.

2.3.6 Episode n° 6 : exercices de réinvestissement sur ardoise.

2.3.6.1 Sous-épisode 6.1 : Préparation du matériel, l'observateur note que 9 élèves au moins n'ont pas d'ardoise.

11.26 : Vous sortez votre ardoise, s'il vous plaît. Vous sortez votre ardoise.

(Brouhaha)

Vous sortez l'ardoise... je veux voir...je veux voir si vous avez compris.

Allez, vous sortez vos ardoises...Tu prends ton cahier de brouillon, Guillaume, tu écris avec un stylo.

...

Eh bien tu fais rien alors.

...

...ton cahier de brouillon.

J'ai demandé à Karim de sortir son ardoise.

...

Quoi ?

...

Bon dépêchez vous, c'est pas grave. Je ne veux pas savoir, je veux voir vos ardoises. Jamel. Ardoise ou feuille à papier.

Dépêchez-vous !

Chut.

Jean-Paul

Mais non, mais non, mais non...

...ton ardoise s'il te plaît.

Charlotte je peux te prendre une craie.

Maître !

Crie pas.

Matthieu.

Fatigant, fatigant.

Bon allez hop, assied toi.

2.3.6.2 Sous-épisode 6.2 : exercice de réinvestissement n° 1 : 480 F

On va voir si vous avez compris.

C'est pour voir si vous avez compris. Je vais vous demander...

11.28 : Allez hop... je vais vous demander le nombre de zéros... je veux obtenir 480 F, combien je vais avoir de pièces de 10 F ? Tu attends. Je veux 480 F, combien je vais avoir de pièces de 10 F, tu attends, Betty ?

On cache ! Tu caches.

Ouazari je veux avoir... je veux avoir 480 F, combien je vais avoir de pièces de 10 F ?

Monsieur !

480, je veux en pièces de 10 F. Combien de pièces de 10 F ?

48

Mais tais -toi!

Il dit la réponse.

48

Alors...je cherche quoi ? Le nombre de pièces de 10 F...donc la solution c'est quoi ?

48

Mahel ?

48

Oui c'est 48, c'est bien. Maintenant...

Taisez-vous.

(prénom inaudible) tu m'énerves.

2.3.6.3 Sous-épisode 6.3 :exercice de réinvestissement n°2 : 1250 , quel est le nombre de dizaines dans 1250 ?

Alors maintenant plus compliqué. Je ne veux plus de pièces de 10F, mais je cherche le nombre de dizaines. Combien de paquets de 10, hein ? Vous vous rappelez. 260F ça fait 26 pièces de 10 F, ça fait 26 dizaines, d'accord ou pas ?

Oui.

11.31 : C'est le même problème mais je parle autrement. Alors, 1250, quel est le nombre, quel est le nombre de dizaines que j'ai ? Ca revient à chercher le nombre de pièces de 10 F.

...dans 1250 ?

Dans 1250.

On cache... 1250, on cache ! ON CACHE !

Mais tais-toi.

Jamel...t'es l'exemple à pas montrer, t'es mal assis.

Vous montrez votre ardoise, ça doit être rapide normalement.

125, 125, 50..., 125, Jamel 125...très bien. Il faudra que tu m'expliques...

Attends, chut, chut...c'est la même réponse. Dans 1250, j'ai 125 dizaines, tu m'expliques pourquoi tu as écrit 50 ?

Le nombre de dizaines...

J'attends le silence, Mamadou j'attends le silence... tu ne m'écoutes pas.

Alors, j'ai demandé le nombre de dizaines. Est ce que le nombre de dizaines, j'ai demandé le nombre de pièces de 10 F...Pourquoi ?

Oui.

Oui t'es d'accord. Alors le nombre de dizaines dans 1250.

125.

Alors pourquoi toi tu avais écrit 50 ?

(inaudible)

Plus fort ils écoutent pas les élèves.

(inaudible)

Bah oui, 125 paquets de 10, 125 fois 10 ça fait combien...125 fois 10 ?

Mamadou, tu vas pas lui dire plus fort, plus fort, comme ça on n'entend pas.

11.33 : Oui. Du coup on arrête.

On en refera plus tard...

Brouhaha. interruption de l'enregistrement.

3 ANNEXE 3 : AIDER L'ÉLÈVE « JUSTE CE QU'IL FAUT », UN EXEMPLE D'ORGANIGRAMME D'AIDE

Nous reprenons à notre compte l'existence d'une tension soulignée par Vannier M.P. (2002) à propos de l'étayage. Le professeur doit gérer au quotidien une contradiction. Il doit créer les conditions permettant à l'élève de s'engager dans l'activité et donc pour cela l'aider mais aussi lui permettre de résoudre de manière autonome le problème posé. Il doit aussi assurer un contrôle effectif sur cet engagement afin de permettre les apprentissages visés.

Le dosage de l'aide à apporter à l'élève provisoirement incapable de résoudre seul le problème devient un enjeu crucial de l'enseignement à des élèves en difficulté en mathématiques.

Il faut aider l'élève à élaborer une démarche de résolution sans pour autant lui fournir clés en main cette démarche. Il faut lui donner assez d'informations pour qu'il puisse mobiliser les connaissances nécessaires sans pour autant résoudre à sa place le problème.

Illustrons par un exemple notre propos. Nous allons décrire ici des démarches de résolution observées lors d'une passation d'entretiens individuels. Les interactions ne font alors intervenir que deux partenaires : l'élève observé et l'expérimentateur. Une résolution en classe pourrait utiliser d'autres leviers comme par exemple des moments collectifs et des interactions entre élèves.

Des élèves de fin de cycle trois de l'école élémentaire doivent résoudre le problème suivant :

Trouver 3 nombres consécutifs dont la somme est égale à 108.

Si besoin, le terme « consécutif » est explicité. Un exemple peut être donné : 2, 3, 4.

Décrivons dans un premier temps les démarches des élèves capables de résoudre au moins en partie le problème.

Les démarches des élèves

Des élèves de collège ayant quelques rudiments d'algèbre pourraient résoudre ce problème ainsi :

Appelons n le plus petit des trois nombres consécutifs, alors :

$$n + (n + 1) + (n + 2) = 108$$

$$3n + 3 = 108$$

$$3n = 105$$

$$n = 105 / 3 = 35$$

Les trois nombres sont donc 35, 36 et 37.

Cette formalisation dépasse les compétences des élèves de cycle 3 de l'école élémentaire, ceux-ci mobilisent deux types de démarches que nous décrivons ci-dessous.

3.1 Les démarches susceptibles de conduire à la solution

La première démarche fait appel à la division², la seconde est basée sur une évaluation de l'ordre de grandeur des nombres recherchés et sur un ajustement par essais, erreurs et encadrement³.

Les procédures de division : des élèves reconnaissent une structure multiplicative. Certains vont rechercher le nombre qui multiplié par 3 « donne » 108. D'autres vont diviser 108 par 3. Ils trouvent assez rapidement 36. Ils vont ensuite proposer une suite de trois nombres susceptibles de répondre à la question.

Les procédures d'ajustement : D'autres élèves évaluent mentalement un ordre de grandeur des nombres cherchés. Ils proposent par exemple 20, 21, 22 et vérifient leur proposition en calculant la somme $20 + 21 + 22 = 63$. Ils vont dans un second temps, en évaluant l'écart entre la somme obtenue et 108 reconsidérer leur première évaluation et proposer une seconde suite de nombres :

30, 31, 32 ; $30 + 31 + 32 = 93$; « trop petit »

40, 41, 42 ; $40 + 41 + 42 = 123$; « trop grand »

35, 36, 37 ; $35 + 36 + 37 = 108$; gagné !

3.2 Les difficultés à surmonter

Nous avons relevé plusieurs difficultés devant être surmontées lors de la mise en œuvre de chacune de ces deux stratégies.

3.2.1 L'oubli d'une contrainte

Dans chaque cas, l'élève peut oublier une des deux contraintes de la consigne : « trouver trois nombres consécutifs ». Plusieurs élèves de la catégorie des « diviseurs » proposent par exemple 36, 36 et 36.

Le professeur doit alors faire un choix : soit rappeler l'énoncé, soit demander à l'élève de vérifier son résultat. En général, les élèves s'aperçoivent rapidement de leur erreur et proposent une suite de nombres adaptée à cette contrainte par exemple dans le cas précédent, ils peuvent proposer : $36 + 37 + 38$ ⁴.

3.2.2 La vérification de la solution annoncée

Une autre difficulté commune aux deux stratégies réside dans la mobilisation par les élèves de moyens de contrôle. Ainsi les élèves produisant la suite 36 – 37 - 38 peuvent ne pas en vérifier la pertinence et donc produire une solution erronée.

² Nous désignerons le premier type de démarche par l'expression « procédures de division » et nous qualifierons les élèves qui l'emploient de « diviseurs ».

³ Nous désignerons le second type de démarche par l'expression « essais et encadrement ». Les élèves qui l'emploient seront appelés des « encadreurs ».

⁴ Les élèves ont en effet très souvent « le réflexe » d'incrémenter de 1, le premier nombre.

Le professeur peut alors demander une vérification du résultat. Il peut aussi proposer au départ un énoncé incluant cette consigne⁵ :

Trouver 3 nombres consécutifs dont la somme est égale à 108. Justifier votre résultat.

La vérification attendue est la comparaison de la somme des trois nombres et de 108.

Deux cas peuvent se présenter. Constatant son erreur, l'élève peut proposer une autre solution. Il peut aussi rejeter la démarche amorcée et en adopter une autre ou bien ne plus savoir quoi tenter. La démarche de résolution débouche alors sur un blocage.

3.2.3 La procédure de division par deux

Certains élèves ayant « senti » une division divisent 108 par 2. Si on leur demande de dire pourquoi, ils déclarent qu'ils essaient de diviser par deux car cela leur paraît le plus simple. Ils trouvent alors 54.

L'élève produit alors une solution⁶ par exemple du type 54, 55, 56.

Après vérification spontanée ou sollicitée de sa proposition, plusieurs cas peuvent se présenter : l'abandon de la procédure de division au profit d'une procédure par essai et encadrement, le blocage ou enfin la réitération d'une division par deux.

Étudions ce dernier cas.

Des élèves divisent 54 par 2 à nouveau, justifiant ce calcul par un argument analogue à celui formulé pour la première division.

L'élève trouve 27. Il propose alors par exemple 27, 28 et 29. Un nouveau calcul de la somme lui fait constater son erreur (84 au lieu de 108).

Deux cas peuvent alors se présenter : le blocage (très rare) et le passage à une procédure d'ajustement. Cette dernière est très souvent mobilisée, elle s'accompagne d'un calcul systématique de la somme (pour évaluer l'écart à 108 et ajuster les nombres en fonction) et conduit au succès. En effet, le nombre 27 est suffisamment proche de l'un des trois nombres recherchés pour que l'élève adopte cette stratégie.

Quand l'expérimentateur demande ensuite à l'élève de rédiger sa solution et de la justifier, ce dernier produit une formulation du type.

35, 36, 37 car $35 + 36 + 37 = 108$.

Le plus souvent, l'élève ne décrit pas la démarche (erronée) qui l'a conduit au résultat mais se contente d'en formuler la dernière étape.

Nous sommes ici en présence d'une démarche erronée conduisant à un résultat. Cette démarche est alors omise, la rédaction définitive ne traduit plus que des arguments mathématiquement acceptables.

⁵ La présence de cette contrainte dans l'énoncé ne se traduit pas de manière significative par la production d'une vérification.

⁶ Il peut aussi proposer 54, 54, 54.

Cette démarche au départ erronée est finalement productrice de succès et doit pouvoir exister de manière implicite dans les classes.

3.2.4 Une difficulté liée à un « écart au but » trop important

Décrivons maintenant une difficulté source d'échec très souvent observée chez les élèves en difficulté en mathématiques. Elle est associée à une procédure d'ajustement.

Des élèves « ajusteurs » proposent par exemple comme premier essai 10, 11, 12 (quand ce n'est pas 10, 10, 10). La somme calculée 33 est trop éloignée du résultat 108 pour les encourager à continuer dans cette voie. Ne sachant plus quoi faire, ils abandonnent la recherche.

Un encouragement de l'expérimentateur du type « *propose trois autres nombres, continue* » est souvent inopérant. Ce dernier ne peut proposer tout de suite un ordre de grandeur ; ce serait prendre en charge de manière trop importante la difficulté pour l'élève.

Etudions maintenant deux aides susceptibles de lever l'obstacle sans pour autant « tuer le problème », c'est-à-dire le résoudre à la place de l'élève.

Aide n°1 : L'expérimentateur peut solliciter l'ordre de grandeur d'un nombre de la suite recherchée. Cette demande est plutôt efficace pour des élèves du type « diviseurs ». Il est alors conduit à résoudre plus ou moins explicitement la multiplication à trous :

$$\square \times 3 = 108$$

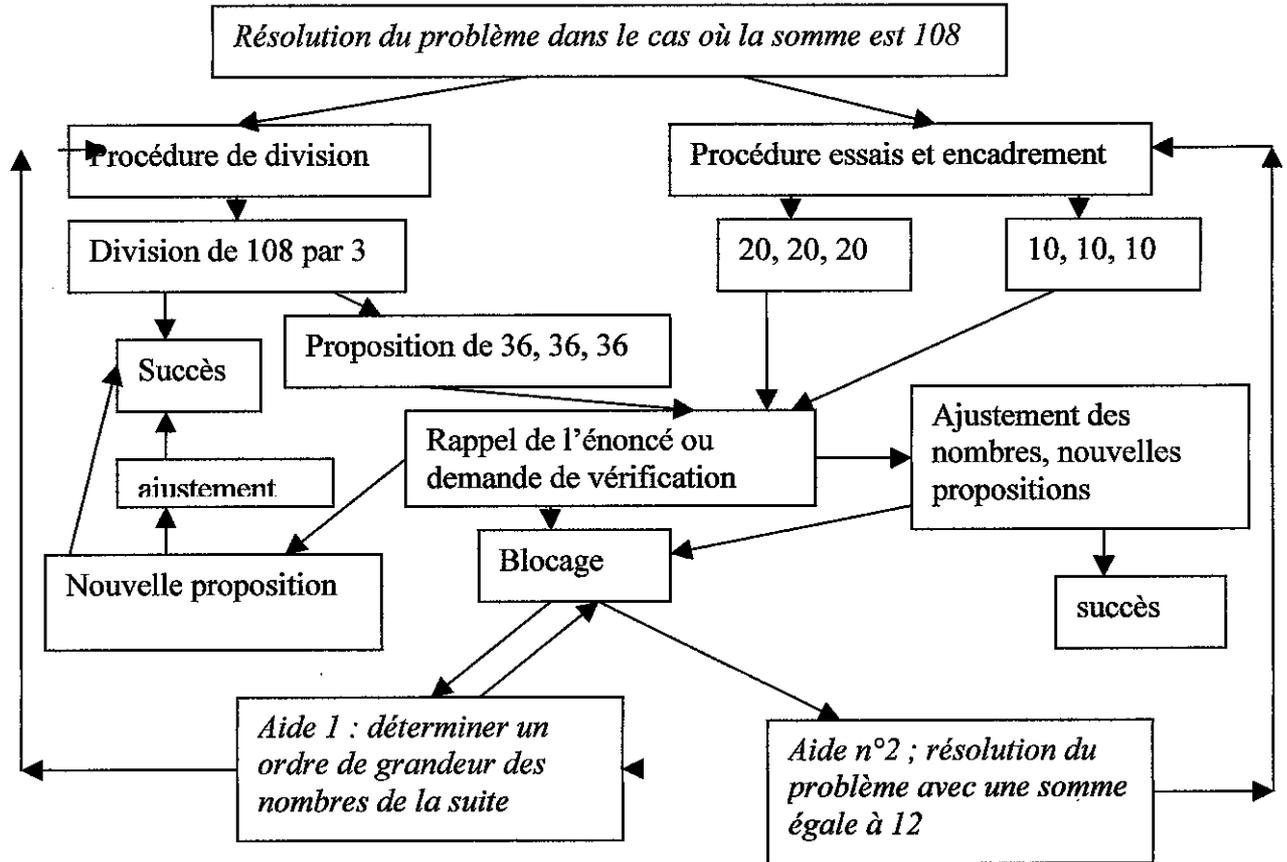
Aide n°2 : L'expérimentateur peut aussi proposer l'énoncé suivant :

Trouve trois nombres consécutifs dont la somme est 12. Vérifie ton résultat

Nous avons constaté que cette aide, plutôt destinée aux élèves « ajusteurs » permet de lever la difficulté. En effet l'élève en échec détermine assez facilement l'ordre de grandeur du résultat 3, 4, 5 ou ajuste sa réponse aisément. Il prend ainsi conscience d'un ordre de grandeur. Pour être efficace, cet énoncé simplifié ne doit pas être proposé avant l'énoncé complexe. Le réinvestissement ne serait pas alors assuré.

Nous pouvons proposer un organigramme structurant les diverses aides apportées aux élèves en cas de blocage.

3.3 Un organigramme d'aides adaptées aux démarches des élèves



4 ANNEXE 4 : ETUDE DE DIFFERENTS MATERIELS DE NUMERATION

4.1 Matériel proposé :

Non lié à un fichier :

Cubes emboîtables, bâchettes, matériel multibase, monnaie, abaques, bouliers, calculatrices

Plutôt lié à un fichier :

Boîtes (J'apprends les maths Retz) et bouliers, cartes à points (Millemaths Nathan), jeu du casino (Euromaths Hatier), cartes avec constellations (Capmaths Hatier), boîte à compter (Place aux maths Bordas), tableaux de nombres (Ermel), jeu du banquier (Ermel), calculatrices (Ermel et collection Mosaïque), les fourmillions (Ermel)

Commun à tous les fichiers :

Bande numérique, compteurs, monnaie

4.2 Mise en situation :

Demander aux stagiaires d'apporter le matériel utilisé en classe en numération, y compris le fichier maths. Compléter avec notre matériel.

Par groupes, identifier, pour chaque matériel :

- Le point de vue qu'il permet de travailler (groupement, échange, aspect algorithmique, position des chiffres)
- Ce qu'il prend en charge
- Les compétences qu'il nécessite

4.3 Synthèse par les formateurs

Tous les matériels ne sont pas équivalents car ils ne travaillent pas tous le même aspect de la numération d'où la nécessité d'utiliser plusieurs matériels complémentaires.

Le matériel permettant de travailler l'aspect groupement ou échange ou les deux :

Les « uns » qui demeurent : les bâchettes, les cubes emboîtables, les constellations : dans la dizaine, chaque unité reste présente. Seul un lien (par ex un élastique) change l'appellation. On peut toujours reprendre la position initiale pour retrouver la première appellation (seulement groupement)

Les « uns » qui s'échangent mais restent visibles : le matériel multibase, l'utilisation de sachets transparents, le jeu du casino, les cartes à points, les carrelages : l'échange fait disparaître le « un » initial dans un tout, mais les unités restent visibles. Le retour en arrière nécessite un échange inverse (échange avec groupement visible).

Les « uns » qui disparaissent mais laissent une trace : les boîtes (J'apprends les maths), de façon générale tout matériel groupé dans des boîtes opaques (groupement, pas vraiment échange) Cas particulier : les « uns » qui disparaissent en se transformant en un autre « un » en changeant de couleur ou d'aspect : le jeu du casinobis (Euromaths), la monnaie, le jeu du banquier (échange)

Remarque : différences entre les cartes à points de Millemaths et les boîtes (J'apprends les maths)

La disposition est différente ainsi que le mode de remplissage : J'apprends les maths privilégie les groupements par 5 et permet l'analogie avec les 5 doigts de la main ; Millemaths privilégie les doubles, l'aspect pair ou impair. Dans J'apprends les maths, il y a les couvercles qui cachent les unités. Dans Millemaths, les unités restent visibles de l'autre côté de la carte ; l'utilisation de cartes transparentes permet de travailler les compléments à 10 et l'addition avec passage à la dizaine.

Ces matériels permettent de visualiser les nombres sans recompter les unités (comme les constellations)

Les « uns » qui parlent selon la position : les abaques, les bouliers (échange et position)

Le matériel permettant de travailler l'aspect algorithmique : explorer la suite numérique de 1 en 1, de 10 en 10...

Les abaques préparent cet aspect

La bande numérique

Les tableaux et spirales de nombres

Les compteurs (un lien peut être fait avec les abaques)

Les calculatrices

Ces matériels peuvent aussi servir à l'apprentissage des techniques opératoires de l'addition et de la soustraction.

Il est important de réfléchir à **ce qui est pris en charge par le matériel** : pour les abaques et les compteurs, il faut travailler la règle d'utilisation alors que, par exemple, les boîtes (J'apprends les maths) prennent complètement en charge le groupement par 10.

La numération orale : pas vraiment de matériel sinon les étiquettes « mots nombres »

C'est un travail particulier par rapport à la numération écrite.

4.4 Des exemples d'activités

A partir de la **bande numérique** : trouver des nombres cachés, colorier les cases de 2 en 2, de 5 en 5, de 10 en 10. Reconstituer une bande numérique à partir de morceaux. Utilisation comme référence pour ajouter, enlever (calcul réfléchi)

A partir de **tableaux de nombres** (ou de spirales) : jeu du château (Ermel CP)

Les fourmillions (Ermel CP)

Les carrelages (Ermel CP)

Jeu du casino (Euromaths)

Jeu du banquier (Ermel CP)

Calculatrice : Afficher la suite des nombres : lien entre le suivant (le précédent) et ajouter 1 (enlever 1). Afficher un nombre dont on fait le portrait (« afficher le nombre qui contient quatre dizaines et vingt-sept unités »). Comment modifier un chiffre d'un nombre (unités, dizaines, centaines), afficher un nombre en interdisant certaines touches (afficher 50 sans utiliser la touche 5 : recenser les procédures utilisées).

4.5 Place de la manipulation en mathématiques

Extraits des programmes à fournir aux stagiaires et à commenter

La manipulation en mathématiques :

Pour **dévoluer le problème** : *Donner un exemple (Problèmes pour chercher)*

Pour **valider les solutions** : Les mathématiques servent à anticiper. Le matériel est seulement évoqué sur une fiche, il peut servir à valider. (*Jeu de la boîte*)

Comme **aide pour les élèves** : ne pas imposer l'utilisation du matériel si les élèves peuvent travailler directement sur les nombres. Le matériel devient un outil de différenciation.

5 ANNEXE 5 : DOCUMENT RESSOURCE SUR LE CALCUL MENTAL

La différenciation entre les deux cycles C2 et C3 se fera par le choix des variables numériques (nombres entiers plus ou moins grands du CP au CM2, nombres décimaux à partir du CM1) et par le choix des opérations (essentiellement addition et soustraction au Cycle 2, les quatre opérations à partir du CM1).

Les phrases en italique non gras concernent plus particulièrement le CP.

5.1 Jeux pouvant être proposés à tous les niveaux

Jeux de mémoire visuelle ou auditive : Mémoriser des nombres seulement écrits ou énoncés ; les restituer tels quels ou avec un traitement numérique (ranger dans l'ordre croissant ou décroissant, ajouter ou enlever 1, 10, multiplier ou diviser par un nombre donné...)

Jeu du furet : compter, décompter de n en n (n entier à un, deux, ou trois chiffres) ; cas particulier des multiples de n (en particulier $n = 10$) ou de n décimal à partir du CM1.

L'activité est collective et orale. Le maître interroge les élèves à tour de rôle dans un ordre quelconque. Un certain rythme doit être maintenu pour amener les élèves à calculer rapidement.

Jeux de portrait : plusieurs modalités possibles :

- Le maître choisit un nombre. Les élèves posent des questions, auxquelles il n'est répondu que par oui ou par non, pour le trouver.

- Le maître fait le portrait d'un nombre. Les élèves doivent le trouver ; il peut y avoir plusieurs solutions possibles ; ex : « Je suis entre 600 et 700 ; mon chiffre des dizaines est 8 ; mon chiffre des unités est la moitié de mon chiffre des dizaines » ; ou bien : « Je suis entre 100 et 200 ; je ne suis pas plus grand que 150 ; j'ai 13 dizaines ; mon chiffre des unités est plus petit que celui des dizaines » ; ou bien : « Je contiens 14 unités et 2 dizaines ».

- A partir d'une liste de nombres écrite au tableau, le maître fait le portrait d'un des nombres. Les élèves doivent le trouver à partir des informations données. Ex : les nombres écrits au tableau sont : 27, 35, 55, 75, 54, 135, 202, 88. Le nombre cherché est tel que : « Il n'a pas trois chiffres, il se termine par 5, le chiffre des unités n'est pas le même que celui des dizaines, le chiffre des unités est plus grand que le chiffre des dizaines ».

Jeu du nombre caché : Le maître choisit un nombre. Les élèves doivent le trouver en proposant des nombres. Le maître répond « trop grand » ou « trop petit ». (le maître peut proposer au départ un intervalle dans lequel il choisit son nombre).

Jeu de l'autobus : (à partir du CE1) « Dans un autobus il y a n voyageurs ; à un arrêt, il en monte a et il en descend b ; combien y a-t-il de voyageurs dans l'autobus quand il repart ? ».

Le but de ce jeu est d'amener les élèves à composer les deux transformations successives, c'est-à-dire à calculer d'abord $a - b$ puis $n + (a - b)$. Pour cela, le maître peut jouer sur certaines variables : la taille des nombres, la présence ou non de questions intermédiaires. En particulier, des valeurs de a et b assez grandes, mais proches l'une de l'autre amènent à composer : ex : $n = 15$, $a = 27$, $b = 29$.

Jeu de la chaîne : à partir d'un nombre de départ, on applique des transformations successives (+, -, x), il faut trouver le résultat final.

Le nombre pensé : l'inconnue peut être le nombre de départ ou le nombre d'arrivée. ex : « Je pense à un nombre ; je lui enlève 76 et je trouve 47 ; à quel nombre ai-je pensé ? »

Si l'inconnue est la règle, le jeu devient celui de la **règle pensée** (appelé aussi « drôles de couples ») : on donne 2 ou plusieurs couples de nombres ; il faut trouver la règle sous-jacente. La règle peut être ajouter n , enlever n , multiplier ou diviser par n , ou une combinaison de deux de ces règles : ex : $x \rightarrow 3x + 5$ ou $x \rightarrow 2x - 1$.

Le compte est bon ; cas particulier : objectif zéro :

Il faut atteindre (ou se rapprocher le plus possible) d'un nombre cible à partir de quatre nombres donnés en les combinant avec les 4 opérations.

Le jeu de Syracuse : (seulement à partir du CM1) on part d'un nombre n ; s'il est pair, on le divise par 2 ; s'il est impair, on le multiplie par 3 et on ajoute 1. On arrive toujours à 1.

Ex : 7, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.

Vrai ou faux ? avec la moitié, le double, le tiers, le quart... ex : « la moitié de 700 est 350, vrai ou faux ? »

En plus des activités décrites ci-dessus, citons aussi les nombreuses situations de jeux stratégiques ou non, utilisant des supports classiques (dés, dominos, cartes...) mettant en jeu des décompositions numériques ou des calculs simples.

5.2 Activités en liaison avec la numération

Ecrire en chiffres les nombres : 5 dizaines, 8 dizaines et 3 unités, 32 dizaines et 5 unités, 80 centaines, 150 dizaines...

Nombre de dizaines, centaines, unités de mille : combien y a-t-il de dizaines dans 53, 546, de centaines dans 1758, d'unités de mille dans 145000...

Encadrement : encadre le nombre 46 par les deux multiples de 10 les plus proches, le nombre 981 par les deux multiples de 10 les plus proches, par les deux multiples de 100 les plus proches...

Cas des nombres décimaux : (à partir du CM1)

Passer d'une écriture à une autre (écriture à virgule, fractionnaire, sous la forme « 7 unités et 61 centièmes ») ; en particulier décomposer un nombre décimal en utilisant l'entier immédiatement inférieur : $36,07 = 36 + 0,07$ ou $36,07 = 36 + 7/100$

Compléments à l'unité supérieure de nombres ayant un chiffre après la virgule : de 7,2 à 8 ou de 9,5 à 10...

Encadrer un décimal entre deux entiers consécutifs

Encadrer un décimal entre deux décimaux : « encadrer le nombre 3,05 par deux nombres s'exprimant en dixièmes »

Intercaler un décimal entre deux décimaux.

5.3 Points d'appui pour la mémorisation

L'entraînement n'est pas le seul ressort de la mémorisation. Une bonne représentation mentale des nombres, la compréhension des opérations en jeu et une élaboration progressive des résultats constituent l'autre facette de l'aide à la mémorisation. Pour des élèves en phase d'apprentissage, les résultats additifs ou multiplicatifs simples sont d'abord reconstruits (avant d'être produits instantanément), en utilisant plusieurs points d'appui.

Les appuis pour l'addition :

Utilisation de la suite numérique, par surcomptage

Appui sur les doubles connus

Utilisation de la commutativité de l'addition : $2 + 9$ c'est $9 + 2$

Utilisation de décompositions par rapport à 5 :

$$8 + 7 = 5 + 3 + 5 + 2 = 10 + 3 + 2 = 10 + 5 = 15$$

Utilisation du passage à la dizaine, avec les compléments à 10 : $8 + 5 = (8 + 2) + 3$

Pour la multiplication, on peut s'appuyer sur :

- les résultats rapidement connus des tables de 2 et de 5 (cycle 2)
- le comptage de n en n pour retrouver un résultat à partir d'un résultat mémorisé
- la connaissance des carrés
- la commutativité de la multiplication
- le fait que multiplier par 4, c'est doubler 2 fois...

Mémoriser les tables est le résultat d'un long processus. Plusieurs conditions doivent être réunies pour une bonne mémorisation.

La compréhension des opérations en jeu. Elles doivent avoir du sens pour l'élève (quel sens donner au calcul 6×8 ?)

Prise de conscience de l'intérêt qu'il peut y avoir à disposer d'un répertoire de résultats. Le répertoire est progressivement organisé, complété et structuré en tables.

Prise de conscience du fait que certains résultats sont mémorisés et qu'un répertoire mental est entrain de se constituer.

Capacité à utiliser ce qu'on sait pour obtenir d'autres résultats « six fois huit, c'est huit de plus que cinq fois huit ». La mise en place de points d'appui est donc une étape décisive de la mémorisation.

Entraînement des résultats mémorisés. Attention à ne pas procéder toujours par ordre croissant

Connaître ses tables, ce n'est pas seulement être capable de dire instantanément n'importe quel résultat. Connaître 7×6 , c'est être capable de dire que ça fait 42, mais c'est aussi être capable de répondre à $7 \times ? = 42$; $6 \times ? = 42$; $42 : 7 = ?$; $42 : 6 = ?$; de produire 6×7 et 7×6 comme décompositions multiplicatives de 42.

5.4 Activités en liaison avec les opérations

Au cycle 2, ces activités feront intervenir essentiellement l'addition et la soustraction, très peu la multiplication. Au CE2, elles feront intervenir l'addition, la soustraction et un peu la multiplication. A partir du CM1, on centrera davantage sur la multiplication mais aussi sur la division.

Les nombres décimaux pourront intervenir au CM1 mais surtout au CM2.

La mention « calcul réfléchi » signale qu'une automatisation n'est pas exigée. Les procédures sont alors diverses et les élèves doivent pouvoir choisir celle qui, de leur point de vue, est la mieux adaptée. L'explicitation des procédures et le débat organisé autour de leur validité favorise les progrès des élèves.

Ne pas oublier qu'avant d'être automatisé, tout calcul a le plus souvent d'abord été obtenu au moyen d'un calcul réfléchi, pendant un temps plus ou moins long.

5.4.1 Activités additives et soustractives :

Ajouter ou retrancher 1, 2 et 5, en particulier pour les nombres inférieurs à 20 (assurer la synonymie des expressions « ajouter 1 et avancer de 1 », « soustraire 1 ou retrancher 1 et reculer de 1 » ; le comptage de 2 en 2 ou de 5 en 5 en avant ou en arrière constitue un point d'appui)

Décomposer un nombre inférieur à 10 à l'aide du nombre 5 ; décomposer un nombre compris entre 10 et 20 à l'aide du nombre 10

Additionner deux nombres dont la somme est inférieure à 10 et décomposer un nombre inférieur à 10 sous forme additive

Maîtrise du répertoire additif : tables d'addition, compléments, différences et décompositions associées : ex : $6 + 7 = ?$; $6 + ? = 13$; $7 + ? = 13$; $13 - 6 = ?$; $13 - 7 = ?$; Décompositions additives de 10.

Compléments à 10 ou à 20, 100, 1000..., aux dizaines ou centaines supérieures : compléments de 430 à 500 puis de 2430 à 2500

5.4.2 Additions et soustractions mentales :

Ajouter ou retrancher entre elles des dizaines, des centaines, des milliers (Ex : $20 + 30$, $50 - 20$, $200 + 300$, $8000 - 5000$)

Calculer des sommes ou des différences du type : $20 + 7$, $27 - 7$, 200 pour aller à 237 , $300 + 60$, $360 - 60$, $2000 + 42$ en liaison avec la numération parlée.

Ajouter ou soustraire un nombre entier (inférieur à 10) d'unités, de dizaines, de centaines, de milliers... à un nombre quelconque : $76 + 3$, $385 + 50$, $525 - 30$... (calcul réfléchi au Cycle 2)

Ajouter ou soustraire des nombres entiers ronds, des nombres quelconques : $31 - 18$, $450 - 180$, $2600 + 1400$ (calcul réfléchi)

Calculer des sommes de plusieurs nombres entiers en regroupant des termes « qui vont ensemble » : $47 + 180 + 60 + 53 + 20$ (calcul réfléchi)

Calculer des sommes ou des différences de nombres décimaux dans des cas simples : $5,6 + 2,4$; $7,2 - 2,5$... (Calcul réfléchi)

Complément d'un nombre décimal ayant 2 chiffres après la virgule au nombre entier immédiatement supérieur : complément à 1 de $0,45$... (Calcul réfléchi)

Calculer des écarts ou des compléments sur des nombres de deux ou trois chiffres (calcul réfléchi au Cycle 2)

Garder la distance : écrire plusieurs différences égales : $958 - 792 = 968 - 802 = \dots$ (Calcul réfléchi)

Adapter des stratégies utilisables pour soustraire, selon qu'on a à soustraire un « petit nombre » ou un « grand nombre » (calcul réfléchi au Cycle 2)

Connaître les relations additives entre multiples de 25 inférieurs à 100 ou multiples de 250 inférieurs à 1000 : $75 = 50 + 25$; $1000 - 750 = 250$

Connaître quelques relations entre certains nombres entiers et décimaux : $2,5 + 2,5 = 5$; $7,5 + 7,5 = 15$

Encadrements par dizaines ou centaines consécutives

Différentes écritures d'un nombre (calcul réfléchi)

Calculer certaines sommes de deux nombres décimaux, en particulier ajouter un entier et un nombre décimal ayant un chiffre après la virgule : $15 + 2,6$; $2,5 + 0,5$; $4,8 + 0,6$...

5.4.3 Activités multiplicatives :

Connaître les doubles des nombres inférieurs à 10 et les moitiés correspondantes (point d'appui pour d'autres résultats)

Connaître les doubles et les moitiés correspondantes de nombres clés : 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400, 15, 25 (cycle 2)

Tables de multiplication, d'abord par 2 et par 5. Recherche d'un facteur, quotients et décompositions associés : combien de fois 8 dans 48 ? Dans 50 ? Diviser 48 par 6 ou 50 par 8, décomposer 48 sous forme de produits de deux nombres inférieurs à 10.

Situer un nombre entre 2 résultats d'une table de multiplication : 37 est compris entre deux multiples de 7 : 5×7 et 6×7

En dehors de celles de 2 et de 5, la mémorisation des tables de multiplication relève du cycle 3. Mais, dès la fin du cycle 2, tous les résultats peuvent être reconstruits par les élèves (calcul réfléchi)

Multiplication ou division par des puissances de dix : la règle des zéros : (multiplication par 10 ou par 100 à partir du CE1, par les puissances de 10 au CM1, multiplication et division au CM2 d'abord sur les entiers puis sur les décimaux en particulier au CM2).

Faire la relation avec la numération écrite : 13×10 , c'est 13 dizaines

5.4.4 Multiplications mentales :

Calculs de produits ou de quotients sur des dizaines ou des centaines entières : 40×2 , 30×4 , 300×7 , 30×50 ...

Calculer les doubles, moitiés, quadruples et quarts de nombres entiers, lorsque le calcul reste simple : double de 35, moitié de 42, 240, 360 ou de 700, quart de 120 ou de 600 puis moitié de nombres impairs (calcul réfléchi)

Produits d'un nombre à 2 chiffres par un nombre à 1 chiffre (calcul réfléchi)

Produits d'un nombre à 2 chiffres par un nombre à 2 chiffres particulier (Multiple de 10, 11, 15, 19, 22, 25, 33, 50...). Dans ce dernier cas, les élèves peuvent écrire des calculs intermédiaires (calcul réfléchi)

Produits simples d'un nombre décimal par un entier : $0,8 \times 7$; $0,6 \times 5$; $1,2 \times 3$; $1,2 \times 6$...

5.4.5 Divisions mentales :

$158 : 2$ $305 : 5$ $549 : 9$ $568 : 8$... en décomposant : $305 = 300 + 5$; $549 = 540 + 9$... (calcul réfléchi)

5.4.6 Produits égaux :

Déterminer différentes écritures d'un même nombre sous la forme d'un produit de 2 facteurs ; déterminer si plusieurs écritures multiplicatives sont égales sans les calculer explicitement (ex : 8×36 et 12×24), utiliser la décomposition d'un nombre en produits de facteurs pour calculer mentalement des produits (ex : $18 \times 36 = 2 \times 9 \times 9 \times 4 = 81 \times 8 = 648$) (calcul réfléchi)

Connaître et utiliser les relations entre des nombres « repères » entiers ou décimaux : 25 est le quart de 100, la moitié de 50, le tiers de 75, 15 est la moitié de 30,...relations entre 0,25 ; 0,5 ; 0,75 et 1...

5.4.7 Encadrements par des multiples successifs

(En liaison avec la Technique Opératoire de la division)

Pour chaque opération (somme, différence, produit), travailler sur l'ordre de grandeur du résultat (calcul approché)

Il s'agit souvent de repérer le nombre « rond » (dizaine ou centaine entière, millier entier) le plus proche d'un nombre donné.

Ex : - Donner un résultat approché du produit 12×38 ...

Le produit 12×81 est-il entre 900 et 1000 ou entre 1600 et 1800 ?

Parmi les nombres suivants, quel est le plus proche de 725×37 ? 2680, 27000, 16000, 200000.

Parmi les nombres suivants, quel est le plus proche du quotient entier de 6052 divisé par 17 ? : 36, 98, 356.

5.5 Résolution mentale de problèmes

Il s'agit de problèmes classiques plus ou moins complexes faisant intervenir une opération (addition, soustraction, multiplication ou division) et des nombres assez « simples » pour ne pas compliquer les calculs. L'élève doit reconnaître rapidement l'opération sous-jacente et calculer mentalement la solution.

Le maître lit le problème deux fois. On peut autoriser l'élève à prendre en note les données qui lui semblent utiles, mais la résolution doit être mentale ; on ne doit pas « poser l'opération ».

5.6 Modalités de mise en oeuvre

Les activités proposées sont essentiellement orales sauf dans le cas d'un calcul réfléchi où l'élève peut être autorisé à noter par écrit des calculs intermédiaires (risque de saturation de la mémoire de travail). La nécessité de calculer mentalement amène les élèves à abandonner les algorithmes écrits (nécessitant de nombreuses mises en mémoire, ils sont souvent coûteux à l'oral) et à mettre en oeuvre des procédures révélatrices des conceptions qu'ils se font des nombres. Ces nouvelles procédures font intervenir des décompositions additives ou multiplicatives liées à la numération décimale et aux propriétés des opérations. L'élève choisit une procédure d'après un souci d'économie pouvant porter sur la mémoire, la disponibilité des décompositions des nombres, la difficulté des calculs intermédiaires...

Les séances de calcul mental sont quotidiennes et peuvent être de deux types :

1. Des séances courtes de 5 à 10 minutes maximum où le travail est collectif oral (on pourra par exemple utiliser l'ardoise). Les élèves doivent répondre assez rapidement, le rythme doit être soutenu, de manière à favoriser la concentration des élèves. Lors de ces séances, quelques procédures peuvent être explicitées mais on vise plutôt une certaine automatisation et de la rapidité (par ex, connaissance des tables, des compléments à 10 ou à la dizaine supérieure, règle des zéros...).

2. Des séances plus longues (pouvant durer jusqu'à 20 minutes) où le maître aura le souci de faire expliciter et confronter les procédures. En effet, ce sont en général les élèves les moins performants qui comptent « un à un » ou qui « posent l'opération dans la tête ». Par contre, ce sont souvent les élèves les plus habiles qui proposent des techniques plus économiques, s'appuyant sur des décompositions de nombres. Le rôle du maître est de favoriser la diffusion de ces nouvelles procédures à toute la classe. Cela devrait amener les élèves en difficulté à abandonner leurs anciennes procédures pour en adopter de nouvelles, plus performantes. La confrontation des procédures permet un enrichissement individuel et/ou collectif. Certaines procédures peuvent être pointées comme souvent efficaces, mais liberté doit être laissée à l'élève de choisir la procédure qu'il est le mieux à même de porter à son terme.

Les séances de calcul mental sont des temps de travail intensif pour les élèves. D'un point de vue individuel, les élèves doivent travailler vite (bien que la rapidité ne soit pas un objectif en soi), changer plus ou moins rapidement de techniques, explorer de nouvelles procédures... D'un point de vue collectif, l'explicitation des procédures utilisées permet aux élèves de les comparer, d'effectuer un choix et donc d'enrichir leurs capacités opératoires. Cela amène souvent une réelle émulation dans la classe.

6 ANNEXE 6 : DOCUMENT RESSOURCE SUR LA GEOMETRIE

6.1 Géométrie au CP-CE1

Extraits des documents d'application des programmes

(...) La simple observation d'objets ne suffit pas pour assurer une maîtrise correcte de ces connaissances. C'est en construisant des objets de nature géométrique et en résolvant des problèmes que l'élève sera progressivement amené à concevoir certaines propriétés, à les formuler et à les utiliser... Au cycle 2, lors de la résolution de la plupart des problèmes de géométrie, les élèves vont d'abord prélever des propriétés de façon perceptive, puis être amenés à utiliser les instruments de géométrie pour vérifier les hypothèses émises. (...) Au cycle 2, toutes les propriétés utilisées peuvent d'abord être perçues, avant d'être vérifiées à l'aide d'instruments.

(...)

Les activités proposées doivent être finalisées et avoir un but clairement identifié par les élèves, en particulier dans des problèmes où il s'agit de comparer, reproduire, construire, identifier ou décrire des objets géométriques.

(...)

Aide au choix des activités :

6.1.1 Reconnaissance de figures planes

CAP Maths CP p 98 (formes superposables) ; p 104 (triangles)

Millemaths CP p 38-39 ; p 68-69

EuroMaths CP p 79 ; p 116

Place aux Maths CP p 117 (empreintes) ; p 124

6.1.2 Classement de figures

EuroMaths CE1 p 74-75 (identifier des polygones) ; p 102 (identifier divers quadrilatères)

CAP Maths CE1 p 82 « Ecris P dans les polygones. Barre les figures qui ne sont pas des polygones » ; p 126

Diagonale CE1 p 49 ; p 73

« Jeu du portrait »

6.1.3 Reproduction / Construction de figures planes

6.1.3.1 Importance du choix et du jeu sur les variables :

- la figure :

- Les éléments qui la composent
- Analyse « immédiate »
- Analyse qui s'appuie sur des éléments non tracés (besoin de mettre en évidence des alignements (activités préliminaires Millemaths CE1 p 28), de prolonger des segments, de repérer le milieu d'un segment, des perpendiculaires, des parallèles ...)
- Support : papier uni, quadrillé (activités sur le repérage des cases ou des nœuds à faire avant ! Millemaths CE1 p 32-33) ou pointé ; présence d'éléments de codage (segments de même longueur, mesures, angles droits ...)
- Place : affichée au tableau, distribuée à chaque élève

- les contraintes pour la reproduction :

- support : papier uni, quadrillé ou pointé
- échelle
- figure à compléter (choix des éléments déjà présents : des points, des segments, ...)
- outils disponibles (règle, équerre, compas, calque...)

6.1.3.2 Exemples :

CAP Maths CP p 43, 50 et 52 (terminer la frise) ; p 62 (quadrillage)

Millemaths CP p 36-37 ; p 66-67

EuroMaths CP p 25 (à main levée) ; p 27 et 40 (à main levée et à la règle) ; p 62 (sur des réseaux différents) ; p 72-73 (sur quadrillages) ; p 81 (à main levée et avec des gabarits) ; p 108-109 (avec la règle et le compas)

Place aux Maths CP p 109 ; p 118

EuroMaths CE1 p 17 (à main levée puis à la règle) ; p 29 « Complète dans les deux quadrillages pour que les deux dessins soient identiques » ; p 103 (papier pointé) ; p 131 « termine la rosace commencée, reproduis-la à côté » ; p 146 « Complète les figures pour qu'elles soient semblables au modèle » ; p 151 « Reproduis la construction avec les outils de ton choix »

Millemaths CE1 p 28-29 « Reproduis ce dessin en reliant les points avec ta règle » ; « termine le dessin en utilisant ta règle » ; p 87-88 « Reproduis la figure » (papier quadrillé) ; p 141 n°3 « termine le dessin avec ta règle »

CAP Maths CE1 p 46 « Reproduis avec la règle » (points déjà placés) ; p 50-51 (traits déjà tracés) ; p 79 et 95 (sur quadrillage) ; p 144 « on a commencé à reproduire la figure, complète-la »

Spirales CE1 p 62 « Utilise ta règle et le fond quadrillé pour reproduire les figures de ce dessin – Commence par placer les points de repère sur les nœuds du quadrillage » (cahier)

Diagonale CE1 p 28 ; p 126

6.1.4 Description de figures planes

EuroMaths CP p 117

Place aux Maths CP p 129

A quelle figure correspond chaque description ?

Millemaths CE1 p 140-141

EuroMaths CE1 p 103 « recopie le message qui décrit la figure » ; p 147 n° 6

6.1.5 Associer une figure à son programme de construction

EuroMaths CE1 p 147 n° 5

6.1.6 IV Agrandissement, réduction de figures

CAP Maths CE1 p 147 « On a commencé à reproduire la figure en plus grand. Complète-la. »

Diagonale CE1 p 122

Le tangram :

EuroMaths CE1 p 80-81

Spirales CE1 p 34

Les polyminos :

Pavages

Millemaths CP p 114-115

EuroMaths CP p 82

Symétrie, translation, rotation

6.2 Géométrie plane au CE1-CE2

Extraits des documents d'application des programmes

(...) Permettre aux élèves de se familiariser avec les objets du plan et de l'espace et de passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont par un recours à des instruments et par la connaissance de certaines propriétés (...)

(...)

Comparer, reproduire, décrire, construire, représenter des objets géométriques (figures planes, solides) ou des assemblages d'objets.

A travers ces activités, les élèves élaborent et utilisent les premiers concepts géométriques, en leur donnant du sens : alignement, perpendicularité, parallélisme, longueurs, angles. Ils prennent conscience de certaines propriétés des objets et ils acquièrent des éléments de vocabulaire : face, arête, sommet, côté, segment, milieu, droite (synonyme au cycle 3 de ligne droite), droites perpendiculaires, droites parallèles , angle ainsi que les noms de quelques solides et de quelques figures planes. Enfin, ils développent des compétences techniques liées au maniement d'instruments de dessin : règle et équerre (pour vérifier des alignements, tracer des droites perpendiculaires, des droites parallèles), compas (pour tracer des cercles ou des arcs de cercles, pour reporter des longueurs), gabarit (pour comparer ou reporter des angles), calque.

Figures planes : triangle, triangle rectangle, triangle isocèle, triangle équilatéral ou régulier, carré, rectangle, losange, cercle

Aide au choix des activités :

6.2.1 Reconnaissance de figures planes

EuroMaths CE1 p 74-75 (identifier des polygones) ; p 102 (identifier divers quadrilatères)

CAP Maths CE1 p 82 « Ecris P dans les polygones. Barre les figures qui ne sont pas des polygones » ; p 126

Diagonale CE1 p 49 ; p 73

L'heure des maths CE2 p 163 ; p 169 (juxtaposer des triangles)

Jeu du portrait avec une famille de figures planes (analyser des figures planes ; identifier des polygones à partir de leurs propriétés)

EuroMaths CE2 p 96-97

L'heure des maths CE2 p 181

CAP Maths CE2 p 51

Identifier visuellement des figures simples dans des figures complexes :

CAP Maths CE2 p 71

EuroMaths CE2 p 127

Spirales CE2 p 75 ; p 90 ; p 118

CAP Maths CE2 p 117 « Parmi ces figures, lesquelles sont superposables à la figure dessinée à l'intérieur du cercle ? » ; p 127

Classement de figures

Diagonale CE2 p 28-29

6.2.2 Reproduction de figures planes

6.2.2.1 Importance du choix et du jeu sur les variables :

la figure :

- éléments qui la composent
- analyse « immédiate »
- analyse qui s'appuie sur des éléments non tracés (besoin de mettre en évidence des alignements (activités préliminaires millemaths CE1 p 28 ; Euromaths CE2 p 23), de prolonger des segments (activités préliminaires CapMaths CE2 p 6), de repérer le milieu d'un segment, des perpendiculaires, des parallèles ...)
- support : papier uni, quadrillé (activités sur le repérage des cases ou des noeuds à faire avant ! Millemaths CE1 p 32-33 ; Euro maths CE2 p 12) ou pointé ; présence d'éléments de codage (segments de même longueur, mesures, angles droits ...)
- place : affichée au tableau, distribuée à chaque élève

les contraintes pour la reproduction :

- support : papier uni, quadrillé ou pointé
- échelle
- figure à compléter (choix des éléments déjà présents : des points, des segments, ...)
- outils disponibles (règle, équerre, compas, calque)

6.2.2.2 Exemples :

EuroMaths CE1 p 17 (à main levée puis à la règle) ; p 29 « Complète dans les deux quadrillages pour que les deux dessins soient identiques » ; p 103 (papier pointé) ; p 131 « termine la rosace commencée, reproduis-la à côté » ; p 146 « Complète les figures pour qu'elles soient semblables au modèle » ; p 151 « Reproduis la construction avec les outils de ton choix »

Millemaths CE1 p 28-29 « Reproduis ce dessin en reliant les points avec ta règle » ; « termine le dessin en utilisant ta règle » ; p 87-88 « Reproduis la figure » (papier quadrillé) ; p 141 n°3 « termine le dessin avec ta règle »

CAP Maths CE1 p 46 « Reproduis avec la règle » (points déjà placés) ; p 50-51 (traits déjà tracés) ; p 79 et 95 (sur quadrillage) ; p 144 « on a commencé à reproduire la figure, complète-la »

Spirales CE1 p 62 « Utilise ta règle et le fond quadrillé pour reproduire les figure de ce dessin – Commence par placer les points de repère sur les nœuds du quadrillage » (cahier)

Diagonale CE1 p 28 ; p 126

L'heure des maths CE2 p 170 ; p 90 (les techniques de reproduction : quadrillage, calque, pliage, papier pointé)

EuroMaths CE2 p 38-39 « Complète dans les deux quadrillages pour que les deux figures soient identiques » ; « observe le modèle et les différentes reproductions. Mets une croix sous celle qui est identique au modèle. Corrige les autres » ; p 77 n°5 ; p 106 (en utilisant le cercle) ; p 164-165 (analyser des figures complexes ... pour les reproduire)

CAP Maths CE2 p 33 « Reproduis avec ta règle mais sans mesurer. Utilise les traits et les points déjà tracés » p 60 ; p 63 (quadrillage) ; p 97 et 104 « Géométrie a commencé à reproduire la figure. Termine-la en utilisant ta règle, mais sans mesurer. » ; p 110 ; 114 et 129 « On a commencé à reproduire la figure. Termine-la. » (arcs de cercle) ; p 151 « Reproduis sur une feuille de papier blanc cette figure. »

Spirales CE2 p 46-47

Diagonale CE2 p 44-45 ; p 103 ; p 160-161

6.2.3 Construction de figures planes

A partir d'un dessin à main levée

Euromaths CE2 p 177 « Construis la figure en observant le dessin à main levée et les indications qui sont données » ; p 181 ; CAP Maths CM1 p 79

A partir d'une suite d'étapes dessinées où les nouveaux tracés apparaissent successivement (avec ou sans commentaires)

L'heure des maths CE2 p 172-173

A partir d'une liste d'instructions (choix du vocabulaire ...)

Euromaths CE2 p 177 « Complète la figure déjà commencée en suivant le programme » ; « Trace la figure en suivant le programme » ; p 181 « Construis la figure en suivant le programme de construction » Diagonale CE2 p 161

A partir d'une liste d'instructions non suffisantes

CAP Maths CE2 p 170 n° 4 et 5

6.2.4 Description de figures planes

A quelle figure correspond chaque description ?

Millemaths CE1 p 140-141

EuroMaths CE1 p 103 « recopie le message qui décrit la figure » ; p 147 n° 6

CAP Maths CE2 p 110 « Parmi ces descriptions, lesquelles correspondent à la figure ? Coche-les » ; p 112

EuroMaths CE2 p 77 n°4

Associer une figure à son programme de construction

EuroMaths CE1 p 147 n° 5

EuroMaths CE2 p 176-177 « mets une croix devant les messages qui permettent de construire exactement cette figure » ; « Quelle figure correspond à ce programme de construction ? » ;

L'heure des maths CE2 p 171

Ecrire ou compléter un programme de construction

EuroMaths CE2 p 177 « Complète le programme qui permettra de réaliser la figure ci-dessous sans voir le modèle »

CAP Maths CE2 p 170

Diagonale CE2 p 161

6.2.5 Agrandissement, réduction de figures

CAP Maths CE1 p 147 « On a commencé à reproduire la figure en plus grand. Complète-la. »

Diagonale CE1 p 122

CAP Maths CE2 p 133 « Millie a commencé à reproduire la figure, mais en plus grand. Les deux segments déjà tracés sont ceux en vert sur le modèle. Termine. » (changement d'orientation)

Spirales CE2 p 130-131

Le tangram :

EuroMaths CE1 p 80-81

Spirales CE1 p 34

L'heure des maths CE2 p 162 ; p 166 (autre puzzle)

CAP Maths CE2 p 62

Pavages

Symétrie, translation, rotation

6.3 Géométrie plane au CM1-CM2

Extraits des documents d'application des programmes

(...) Permettre aux élèves de se familiariser avec les objets du plan et de l'espace et de passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont par un recours à des instruments et par la connaissance de certaines propriétés (...)

(...)

Comparer, reproduire, décrire, construire, représenter des objets géométriques (figures planes, solides) ou des assemblages d'objets.

A travers ces activités, les élèves élaborent et utilisent les premiers concepts géométriques, en leur donnant du sens : alignement, perpendicularité, parallélisme, longueurs, angles. Ils prennent conscience de certaines propriétés des objets et ils acquièrent des éléments de vocabulaire : face, arête, sommet, côté, segment, milieu, droite (synonyme au cycle 3 de ligne droite), droites perpendiculaires, droites parallèles, angle ainsi que les noms de quelques solides et de quelques figures planes. Enfin, ils développent des compétences techniques liées au maniement d'instruments de dessin : règle et équerre (pour vérifier des alignements, tracer des droites perpendiculaires, des droites parallèles), compas (pour tracer des cercles ou des arcs de cercles, pour reporter des longueurs), gabarit (pour comparer ou reporter des angles), calque.

Figures planes : triangle, triangle rectangle, triangle isocèle, triangle équilatéral ou régulier, carré, rectangle, losange, cercle

Aide au choix des activités :

6.3.1 Reconnaissance de figures planes

6.3.1.1 Identifier visuellement des figures simples dans des figures complexes

Diagonale CM1 p 124 activités 1

Optimath CM2 p 97

6.3.1.2 Classement de figures

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 33 ; p 36-37

Diagonale CM2 p 66

Optimath CM2 p 93 ; p 96 (propriétés)

6.3.2 Reproduction de figures planes

6.3.2.1 Importance du choix et du jeu sur les variables :

la figure :

- éléments qui la composent
- analyse « immédiate »
- analyse qui s'appuie sur des éléments non tracés (besoin de mettre en évidence des alignements (activités préliminaires millemaths CE1 p 28 ; Euromaths CE2 p 23), de prolonger des segments (activités préliminaires CapMaths CE2 p 6), de repérer le milieu d'un segment, des perpendiculaires, des parallèles ...)
- support : papier uni, quadrillé (activités sur le repérage des cases ou des nœuds à faire avant ! Millemaths CE1 p 32-33 ; Euro maths CE2 p 12) ou pointé ; présence d'éléments de codage (segments de même longueur, mesures, angles droits ...)
- place : affichée au tableau, distribuée à chaque élève

les contraintes pour la reproduction :

- support : papier uni, quadrillé ou pointé
- échelle
- figure à compléter (choix des éléments déjà présents : des points, des segments, ...)
- outils disponibles (règle, équerre, compas, calque)

6.3.2.2 Exemples :

CAP Maths CM1 fiche 5 : « tu dois reproduire sur papier uni, avec tes instruments de géométrie, la figure dessinée sur ta fiche. Fais équipe avec ton voisin » ; fiche 11 ; p 27, fiches 18 et 21 (avec calque) ; fiche 90 « on a commencé à reproduire les figures. Termine en utilisant uniquement ta règle, mais sans mesurer. Pour t'aider, tu peux faire des tracés sur les modèles. » ; fiche 91 « Reproduis chacune des figures sur du papier uni. » ; fiche 92 ; fiche 93

Diagonale CM1 p 64 (papier pointé) p 65 (quadrillage cahier)

Spirales CM1 p 6-7 ; p 18-19 ; p 90-91

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 30 (« Dans les figures A et B, retrouve les traits qui ont servi à les construire et qui ont été effacés. Reproduis-les sur du papier quadrillé puis sur du papier uni ») ; p 36 ; p 38-39 ; p 66-67

Diagonale CM2 p 21

Optimath CM2 p 109

6.3.3 Construction de figures planes

A partir d'un dessin à main levée

Euromaths CE2 p 177 « Construis la figure en observant le dessin à main levée et les indications qui sont données » ; p 181 ; CAP Maths CM1 p 79

A partir d'une suite d'étapes dessinées où les nouveaux tracés apparaissent successivement (avec ou sans commentaires)

Diagonale CM1 p 64 activité 1

Diagonale CM2 p 18 ; p 20-21

A partir d'une description

CAP Maths CM1 p 147 « Construis chaque figure décrite sur une feuille de papier pointé » fiche 96

Diagonale CM2 p 106

A partir d'une liste d'instructions (choix du vocabulaire ...)

Euromaths CE2 p 177 « Complète la figure déjà commencée en suivant le programme » ; « Trace la figure en suivant le programme » ; p 181 « Construis la figure en suivant le programme de construction »

Spirales CM1 p 119

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 35 (n° 5 « Réalise le programme suivant ») ; p 39 ; p 68-69

Diagonale CM2 p 20 (avec figure) ; p 67 ; p 68-69 ; p 106 ; p 108-109 ; p 146-147

Optimath CM2 p 13-14 ; p 71 ; p 94

6.3.4 Description de figures planes

A quelle figure correspond chaque description ?

EuroMaths CE2 p 77 n°4

CAP Maths CM1 : fiche 4, fiche 111 et p 161

Spirales CM1 p 62 ; p 72

Diagonale CM2 p 19 ; p 109

Optimath CM2 p 16 ; p 97

Jeu du portrait

CAP Maths CM1 fiche 77 p 111 ; p 118

Associer une figure à son programme de construction

EuroMaths CE2 p 176-177 « mets une croix devant les messages qui permettent de construire exactement cette figure » ; « Quelle figure correspond à ce programme de construction ? » ;

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 31

Ecrire une description

Ecris une description pour chacune de ces figures :

Un rectangle, un triangle rectangle isocèle, un carré

CAP Maths CM1 p 120 ; p 131 : positions de points ; fiche 110 et p 161 ; p 164 « Donne une description de la figure A qui permet de la reconnaître parmi ces autres figures » ; p 168 « Rédige une description qui permet de reconnaître cette figure parmi toutes les autres »

Optimath CM2 p 17

Ecrire ou compléter un programme de construction

EuroMaths CE2 p 177 « Complète le programme qui permettra de réaliser la figure ci-dessous sans voir le modèle »

Spirales CM1 p 119

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 68-69

Diagonale CM2 p 107

Optimath CM2 p 69 ; p 94 ; p 97 (« Remets dans le bon ordre les étapes de la construction ... »)

6.3.5 Agrandissement, réduction de figures

CAP Maths CE2 p 133 « Millie a commencé à reproduire la figure, mais en plus grand. Les deux segments déjà tracés sont ceux en vert sur le modèle. Termine. » (Changement d'orientation)

CAP Maths CM1 fiche 83 « on a commencé à reproduire une figure mais en plus grand. Le carré est déjà tracé, termine la reproduction » ; p 170 et fiches 113 et 114 ; p 171

Spirales CM1 p 102-103

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 148-151

Diagonale CM2 p 137

Optimath CM2 p 146 ...

Le tangram :

CAP Maths CM1 p 75

Le Nouvel Objectif Calcul CM2 p 32

Pavages

Symétrie, translation, rotation

6.4 Les solides : Les classes de problèmes

6.4.1 Décrire :

Verbalement : apprentissage et/ou réinvestissement du vocabulaire géométrique. Faire prendre conscience de la nécessité d'utiliser un vocabulaire commun

Nécessite à la fois d'identifier ses caractéristiques (sa catégorie, le nom des éléments qui le composent, les propriétés géométriques et métriques) et de les désigner en utilisant le vocabulaire adéquat.

Le vocabulaire relatif aux solides à acquérir à l'école élémentaire est limité : cube, pavé droit (parallélépipède rectangle au cycle 3), face, arête, sommet pour les deux cycles. Toutefois, les documents d'application précisent que d'autres mots peuvent être introduits mais que leur utilisation n'est pas exigible : polyèdre, boule, cylindre, prisme, pyramide, cône.

6.4.2 Représenter un solide :

6.4.2.1 A l'aide d'un patron

La représentation d'un polyèdre à l'aide d'un patron nécessite d'identifier les différentes faces et leur agencement les unes par rapport aux autres. Lorsque le solide est disponible, il peut servir de gabarit pour reproduire les faces et être retourné successivement sur chaque face pour accoler les faces les unes aux autres. Toutefois, un contrôle doit être exercé simultanément pour vérifier, d'une part, que la face n'a pas été déjà reproduite et, d'autre part, que toutes les faces ont été tracées. Ce contrôle peut être simplifié si les faces sont de couleurs différentes ou si les formes des faces sont différentes entre elles.

Lorsque le polyèdre n'est pas disponible pour servir de gabarit, les formes des faces et leur nombre doivent être identifiés. La reproduction des faces nécessite la reproduction de figures planes. L'agencement des faces, pour réaliser le patron, s'obtient en éclatant mentalement le polyèdre, ce qui est une procédure complexe. Celle-ci ne peut s'acquérir qu'à partir de l'éclatement réel des polyèdres.

6.4.2.2 A l'aide de vues

La difficulté majeure réside dans le fait de distinguer les différentes vues et d'accepter de ne représenter qu'une partie de ce qui est vu réellement.

On pourra présenter ce type de situation avec des pavés droits, des cubes éventuellement des prismes droits à base triangulaire et des assemblages des cubes. La situation où le solide choisi est tel que l'empreinte ne correspond pas à la vue paraît trop complexe pour des élèves de ce niveau.

6.4.2.3 Faire acquérir la notion de plan

« Le travail sur la perspective cavalière relève du collège : seules les activités relatives à la lecture de telles représentations sont envisagées au cycle 3 (reconnaissance de certains solides ou mise en correspondance du solide réel avec une représentation en perspective) »

6.4.3 Reconnaître un solide parmi plusieurs :

6.4.3.1 A partir d'une description verbale

Nécessite de comprendre les termes employés, de comparer avec les autres solides et de distinguer le solide décrit soit par élimination, soit par recomposition.

Dans le cas où il s'agit de reconnaître un polyèdre d'après sa description, si la procédure faisant appel à la perception ne suffit pas, son identification fera très souvent appel à la reconnaissance des faces qui le composent. Les procédures reprennent celles qui sont impliquées dans le cas de figures planes.

6.4.3.2 D'après sa représentation en perspective cavalière

« Seules des activités relatives à la lecture de telles représentations sont envisagées en cycle 3 »

On peut travailler sur les conventions liées aux arêtes cachées.

On peut repérer les différences de propriétés entre le solide et ses représentations en perspective : toutes les faces et les arêtes ne sont pas nécessairement représentées. Les faces du solide ne conservent pas toutes leur forme sur le dessin. Les angles droits sur le solide ne sont pas forcément droits sur le dessin. Les longueurs des arêtes ne sont pas toutes conservées sur le dessin.

La reconnaissance d'un solide à partir de sa représentation en perspective cavalière ne provient que d'une imprégnation culturelle avec ce mode de représentation. B. Parzys parle de connivence qui permet de décrypter le dessin.

6.4.3.3 D'après sa représentation sous forme de vues

La prise en compte des différentes vues d'un solide s'avère un processus complexe. Les élèves, dans un premier temps, mélangent souvent plusieurs vues. Aussi, la reconnaissance d'un solide à partir de plusieurs vues paraît une situation non adaptée aux élèves de l'école primaire. Cette situation peut être proposée en la simplifiant de façon à se limiter à des solides identifiables grâce à une seule vue. Elle reste malgré tout difficile ...

Le cas où la vue de dessus et l'empreinte sont assimilables permet de concrétiser cette vue de dessus. Une manipulation consistant à poser le solide sur l'empreinte suffit à reconnaître le solide. Pour conceptualiser la notion d'empreinte, la manipulation doit servir de validation après la réflexion.

6.4.3.4 D'après sa représentation sous forme de patron

Reconnaître, parmi plusieurs propositions, le patron d'un solide

Suivant les patrons proposés, la prise en compte du nombre de faces peut ou non suffire à identifier le patron correspondant au solide présenté. Si le nombre de faces ne permet pas de reconnaître le patron, la nature des faces doit être analysée. Si cette identification ne permet pas de répondre à la question, le questionnement de l'agencement des faces est indispensable (éclatement mental du solide ou reconstitution mentale du solide à partir du patron).

A partir d'un patron, retrouver le solide

Elle peut faire intervenir le nombre de faces, la nature des faces, leur agencement.

Trouver le, ou les, patrons d'un solide

Compléter un assemblage de surfaces planes pour qu'il devienne le patron d'un solide

6.4.3.5 D'après une ou plusieurs photos

Les difficultés varient selon les solides et selon les photos, la possibilité ou non de déplacer les objets ou de se déplacer autour des objets. Les élèves doivent trouver la position du photographe devant l'objet.

Une description verbale ou un patron de solide permettent de retrouver le solide parmi d'autres. Mais à partir d'une représentation plane ou d'une photo, il n'est pas toujours possible de reconnaître un solide, car ces représentations masquent certaines informations. La reconnaissance, si elle a lieu, ne pourra se faire que perceptivement et ne pourra être prouvée.

Il est nécessaire d'analyser les différents solides en présence pour identifier leurs distinctions.

6.4.4 Construire un solide :

6.4.4.1 D'après sa description verbale

Décrire un solide pour que d'autres puissent le construire, les solides proposés sont alors limités aux polyèdres simples. La description en termes de catégorie de solides peut suffire (cube, pavé droit ...) si un matériel déterminé (de type polydron) peut être utilisé dans sa construction. La nécessité de recourir aux mesures n'intervient que si la construction doit s'effectuer avec du papier. L'interdiction d'employer des mots désignant les catégories de solides dans la description oblige à prendre en compte la description des différentes surfaces qui composent le solide et donc, pour un polyèdre le nombre de faces de différentes natures.

6.4.4.2 D'après une représentation donnée en perspective cavalière ou sous forme de vues ou de photos

Les procédures de construction dépendent du matériel fourni.

La construction d'un objet d'après sa représentation donnée sous forme de patron ne présente pas vraiment d'intérêt puisqu'il s'agit simplement de découper le patron et de le plier pour former le solide.

6.4.5 Reproduire un solide :

6.4.5.1 A partir d'un modèle quand on dispose de matériel

Nécessite la reconnaissance des différentes faces composant le solide, mais pas obligatoirement leur nombre.

Lorsque le matériel est éloigné, celle-ci devient plus complexe et nécessite d'avoir recours au dénombrement des faces. (Par exemple bon de commande ...)

A l'aide de tiges ou de pailles

6.4.5.2 A partir d'un modèle quand on dispose de papier uni ou quadrillé

N'implique pas obligatoirement la construction d'un patron. Chaque élément de la surface du solide peut être reproduit un par un, pour être ensuite accolé à un autre avec du ruban adhésif.

Le solide peut servir de gabarit ou non (reproduction de figures planes). On peut aussi donner une feuille sur laquelle sont reproduites plusieurs figures géométriques, dont certaines représentent les faces du solide ...

Les situations de construction et de reproduction dépendent du support proposé : matériel (polydron ...) ou papier (uni ou quadrillé).

6.4.6 Classer des solides :

Classer des solides selon un critère donné

Déterminer le critère de classement pour des solides déjà classés

Compléter le classement de solides, le critère étant à déterminer.

Le critère peut concerner soit des propriétés géométriques ou métriques, soit des catégories de solides.

Le critère nombre de faces ou nombre de sommets ne correspond pas à une catégorie de polyèdres ...

D'autres critères peuvent être pris en compte comme la nature des faces (polygones réguliers ou non), la présence d'une ou plusieurs faces identiques ou non ...

7 ANNEXE 7 : DOCUMENT RESSOURCE SUR LES PROBLEMES NUMERIQUES STANDARDS

7.1 Tableau n°1 : critères de construction des problèmes

Données numériques Opérations	2 données	3 données	une donnée inutile
Addition	état final <u>n°4</u> état initial n°5	état final n°12 composée de transformations n°16	réunion n°10 état initial n°3
Soustraction	complément n°15 état initial n°19	état final n°6 composée de transformations n°7	Distance <u>n°1</u> composée de transformations n°21
Multiplication	addition réitérée <u>n°1</u> Aire n°8	addition réitérée n°20 Volume n°13	addition réitérée <u>n°2</u> Produit cartésien n°24
Division	Répartition (reste nul) n°17 multiplication inverse (aire) n°22	répartition (avec reste) n°9 division avec reste n°14	division (reste nul) n°23 multiplication inverse n°18

7.2 Enoncés des 24 problèmes du test

Problème 1 : (x, 2,s) : Pour réaliser un pull, Sylvie achète 18 pelotes de laine à 20 F la pelote ; calcule le montant de la dépense.

Problème 2 : (x, di, s) : Une famille de 3 personnes séjourne pendant 6 jours à la résidence "des 3 îles" ; le tarif journalier de la pension est de 200 F par personne ; calcule le montant de la dépense.

Problème 3 : (+,di, c) : Marie fête son anniversaire le 22 septembre : elle a 11 ans. Elle dit à sa maman : "j'ai exactement 32 ans de moins que toi !". Quel est l'âge de Maman ?

Problème 4 : (+,2,s) : Hier, j'ai lu jusqu'à la page 134 de mon livre ; aujourd'hui, j'ai lu 27 pages ; à quelle page en suis-je maintenant ?

Problème 5 : (+,2,c) : Pierre a perdu 15 billes à la récréation ; il lui en reste 20 ; combien avait-il de billes avant ?

Problème 6 : (-,3,s) : Dans un autobus, il y a 38 personnes ; au premier arrêt, 8 personnes descendent ; au second arrêt, 6 personnes descendent ; combien y a-t-il de personnes dans l'autobus quand il repart ?

Problème 7 : (-,3,c) : Au premier arrêt d'un autobus, 12 personnes montent ; au second arrêt, 4 personnes descendent ; au troisième arrêt, 5 personnes descendent ; y a-t-il plus ou moins de voyageurs dans l'autobus quand il repart ? Combien en plus ou en moins ?

Problème 8 : (x,2,c) : Un quadrillage rectangulaire comporte 34 carreaux sur la longueur et 20 carreaux sur la largeur ; combien ce quadrillage a-t-il de carreaux ?

Problème 9 : (division avec reste, s) : On doit répartir 50 pommes dans des corbeilles de 8 pommes chacune ; combien peut-on remplir de corbeilles ? Combien reste-t-il de pommes ?

Problème 10 : (+,di, s) : Dans une ville, il y a 3 écoles ; dans la première, on compte 150 élèves ; dans la seconde, 58 élèves ; dans la troisième, 70 élèves ; combien y a-t-il d'élèves dans cette ville ?

Problème 11 : (-,di, s) : Jean part de Paris, doit passer par Melun et être à Fontainebleau à 10 heures ; la distance Paris-Fontainebleau est de 65 km et il y a 15 km de Melun à Fontainebleau ; quelle est la distance entre Paris et Melun ?

Problème 12 : (+,3,s) : Dans un autobus, il y a 36 personnes ; au premier arrêt, 3 personnes montent ; au second arrêt, 12 personnes montent ; combien y a-t-il de personnes dans l'autobus quand il repart ?

Problème 13 : (x,3,c) : Dans une boîte, on dispose 5 morceaux de sucre sur la longueur, 3 morceaux sur la largeur et 4 morceaux sur la hauteur ; combien de morceaux de sucre y a-t-il dans la boîte ?

Problème 14 : (division avec reste, c) : Avec ses bottes de sept lieux, le petit Poucet se déplace de ville en ville ; il fait des pas de 8 km ; s'il parcourt 50 km, combien de pas va-t-il faire ?

Problème 15 : (-,2,s) : Dans un parking, il y a 100 places ; ce matin, 67 places sont occupées, combien reste-t-il de places libres ?

Problème 16 : (+,3,c) : Au premier arrêt d'un autobus, 10 personnes montent ; au second arrêt, 3 personnes montent ; au troisième arrêt, 8 personnes montent ; y a-t-il des personnes en plus ou en moins dans l'autobus quand il repart après le troisième arrêt ? Combien en plus ou en moins ?

Problème 17 : (:, 2, s) : On répartit 126 œufs dans des boîtes de 6 ; combien de boîtes peut-on remplir ?

Problème 18 : (:, di, c) : Pour Noël, Jean, qui dispose de 250 F, a décidé d'offrir le même livre à ses 4 amis ; il paye 208 F ; quel est le prix d'un livre ?

Problème 19 : (-, 2, c) : J'ai maintenant 200 F dans ma tirelire ; on vient de me donner 50 F en cadeau ; combien avais-je avant ?

Problème 20 : (x, 3, s) : Une famille de trois personnes part à la montagne pendant 6 jours ; le tarif journalier de la pension est de 200 F par personne ; quel est le montant de la dépense ?

Problème 21 : (-, di, c) : La distance entre chaque arrêt d'un autobus est d'environ 1500m ; au premier arrêt, 10 personnes montent ; au second arrêt, 3 personnes descendent ; au troisième arrêt, 5 personnes montent ; y a-t-il plus ou moins de voyageurs dans l'autobus quand il repart après ce troisième arrêt ? Combien en plus ou en moins ?

Problème 22 : (:, 2, c) : Un quadrillage rectangulaire comporte 168 carreaux en tout ; il y a 4 carreaux sur la largeur ; combien y a-t-il de carreaux sur la longueur ?

Problème 23 : (:, di, s) : Un rallye cycliste comporte 105 km ; le départ est à 7 heures le matin ; les relais sont distants de 5 km ; chaque participant doit pointer au départ, à chaque relais, et à l'arrivée ; combien de fois doit-il pointer ?

Problème 24 : (x, di, c) : Un restaurant propose un menu du jour à 70 F ; il y a 4 choix possibles pour l'entrée, 3 choix possibles pour le plat principal et 2 choix possibles pour le dessert ; combien de menus différents peut-on constituer ?

8 ANNEXE 8 : QUELQUES ELEMENTS DE LA SEANCE OBSERVEE AU COURS DU STAGE D'ECOLE

La séance comporte deux phases : la première concerne le calcul mental et la seconde la résolution de problème.

Calcul mental : Quadruples et quarts (ERMEL CM1 p 478)

Il s'agit d'amener les élèves à calculer rapidement les quadruples et les quarts de nombres inférieurs à 1000.

Après avoir rappelé que le quart c'est la moitié de la moitié et que le quadruple, c'est le double du double, les élèves ont quatre calculs à effectuer sur ardoise⁷. Le professeur relève les ardoises indiquant des solutions différentes et invite les élèves à commenter les résultats affichés. La phase d'explicitation des procédures justes et/ou erronées est conduite par l'enseignant de manière à amener les élèves à valider eux-mêmes leurs réponses ou celles des autres, à distinguer les erreurs selon leur nature (« erreur de consigne », « erreur de procédure », « erreur de calcul »...) en les hiérarchisant implicitement.

Résolution de problème

La situation proposée s'inspire de la situation « Les fromages »⁸ (ERMEL CM1: p 277 - 280). A partir d'un document indiquant quantités et prix correspondants pour divers produits, les élèves doivent interpréter les informations données et en rechercher d'autres : rechercher le prix de x grammes connaissant le prix au kg ou, inversement, rechercher la quantité connaissant le prix.

Le déroulement comporte une phase d'enrôlement permettant de mesurer le degré de familiarité des élèves avec le contexte (types de fromages, poids, prix, prix au kg...) et les informations données. Dans un deuxième temps les élèves doivent résoudre un problème⁹ à propos duquel l'enseignante précise : « *Ce qui m'importe le plus c'est votre façon de faire, c'est pas le résultat ! Tu fais ce que tu veux du moment que tu l'expliques !* ». La mise en commun des résultats trouvés est conduite sensiblement de la même manière que celle de la phase de calcul mental. A la suite de celle-ci, les élèves ont une nouvelle tâche¹⁰ à réaliser individuellement sur leur cahier qui ne sera pas reprise collectivement au cours de cette séance.

8.1.1 Calcul mental : Le quart et le quadruple

Rappel : le quart c'est la moitié de la moitié

Le quadruple, c'est le double du double

⁷ Trouver le quart de 24, le quart de 14 €, le quart de 26 € le quadruple de 4,50 €

⁸ L'objectif annoncé est de : - savoir interpréter les informations reliant la quantité d'un certain produit et son prix grâce au modèle de la proportionnalité ; - savoir utiliser la proportionnalité, notamment les propriétés de linéarité pour résoudre des problèmes de recherche de quatrième proportionnelle ; - réinvestir le travail réalisé dans la situation « le prix des morilles » dans un contexte proche où la proportionnalité intervient de façon identique.

⁹ On vous dit que 400 g de comté coûtent 5 €. Combien coûteraient 600 g de Comté ?

¹⁰ Voir annexe

Les élèves ont du mal à répondre ... obstacle langagier du « soit le kg » que P. va finir par barrer.

Pas clair entre le prix du paquet le moins cher et le prix au kilo

Problème posé aux élèves

*On vous dit que 400 g de Comté coûtent 5 €.
Combien coûteraient 600 g de Comté ?*

*P. : Ce qui m'importe le plus c'est votre façon de faire, ce n'est pas le résultat !
Tu fais ce que tu veux du moment que tu l'expliques !*

Mise en commun

15 € 39,70 € 7,50 € 7 € 8 €

P. : on peut faire du tri là-dedans, il y a déjà des résultats qu'on peut éliminer !

É : 39,70 € c'est impossible !

Ça dépasse le prix du kilo !

É : c'est pareil pour 15 €

P. barre les deux réponses erronées

P. : maintenant les autres, il faut bien qu'on se mette d'accord !

P. : Alors qui a trouvé 8 € ?

É : 400 + 200 ça fait 600 g. à 200, j'ai marqué 3 €

P. : Pourquoi ?

É : 400 ça fait 5, j'ai enlevé 2, ça fait 3

Etc.

Nouvelle tâche

Trois fromages supplémentaires : Feuille A4 au tableau

Camembert Poids : 200 g Prix :€ Soit le kg : 12,50€	Fromage des Pyrénées Poids : g Prix : 5€ Soit le kg : 20€	Roquefort Poids : 400 g Prix : 6€ Soit le kg :€
------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Travail individuel sur cahier / P. : vous pouvez commencer par le fromage de votre choix mais essayez de les faire tous !

Constat = les élèves ont du mal à réaliser la tâche !!!!

Pas de mise en commun

Voir les cahiers des élèves

9 ANNEXE 9 : TRAME DE L'EXPOSE SUR LA NUMERATION

Il existe des situations de référence (situations incontournables) de six ou sept types que l'on peut catégoriser comme suit. Elles sont reprises aux différents niveaux de la scolarité en adaptant le domaine numérique.

9.1 Les situations d'échanges pour travailler l'écriture du nombre

On peut dire qu'il s'agit toujours de construire le nombre mais ici on insiste davantage sur l'écriture, la désignation des nombres que sur les calculs sur les nombres.

Ces situations sont incontournables au cycle 2. Elles permettent d'explorer les règles d'échanges qui justifient le système de numération de position. Au CP c'est la situation de type « jeu du banquier » et au CE1, c'est le « jeu du caissier ». L'évolution se traduit au niveau de la règle d'échanges (un contre cinq, puis un contre dix) et tout le travail sur la monnaie.

9.2 Les situations de groupements (rendus nécessaires quand il s'agit de dénombrer des collections importantes)

Pour les CP, il s'agira de construire des stratégies pour dénombrer rapidement et de manière fiable des collections de 30 à 100 objets et au CE de plusieurs centaines voire milliers. Ces situations amènent à constater que l'utilisation des paquets de dix puis des paquets de paquets va faciliter la détermination de l'écriture du cardinal qui pourra être d'abord traduit sous la forme d'une écriture additive. L'évolution du CP au CM2 se fait au niveau du passage de collections réelles à des collections représentées sous différentes formes. Dans ERMEL les situations « les fourmillions » (CP), « les cahiers » (CE1), « les craies » (CE2), « les trombones » (CM1) et « les tickets de cantine » (CM2) entrent dans cette catégorie.

9.3 Les situations qui amènent à repenser les groupements par rapport aux échanges

Il s'agit de répondre à la question : à quoi sert la numération ?

- à lire dans l'écriture d'un nombre des informations liées aux échanges ou aux groupements qui ont été effectués (Exemples de situations dans ERMEL : « les craies »; « stockage » « les daltons » « les timbres », « les tickets de cantine », « les trombones »).
- à structurer les ensembles de nombres à partir de leurs écritures canoniques mais aussi à partir de décompositions plutôt canoniques
- à construire des algorithmes opératoires efficaces
- à faciliter l'usage des systèmes métriques

Au travers des évaluations, on constate un déficit en CE2 et en sixième. Par exemple, à la question « Dans 238, combien de paquets de dix ? », 50 % réussissent à répondre en CE2 mais peu lisent directement la réponse « sur le nombre ». En sixième, on observe 80 % de réussite et seulement un élève sur deux qui mobilise des connaissances sur la numération.

9.4 Les situations de découverte du point de vue algorithmique (dans les deux systèmes de numération) qui amènent à regarder comment s'enchaînent les écritures

Toutes les activités autour des compteurs (avec des chiffres ou avec des mots) et des calculatrices entrent dans cette catégorie en liaison avec un travail avec les abaques. Un travail autour des familles de nombres comme la situation du « jeu du château » en CP / CE1. La structuration des nombres est également en jeu dans les situations utilisant la droite numérique comme « les fils numériques » ou encore celle qui consiste à fabriquer le « livre du million » : chaque page contient mille nombres (famille des mille).

9.5 Les situations d'exploration des règles de la numération orale (écrite avec des mots traduits par des nombres)

Il s'agit de faire travailler les élèves sur ce qui distingue les deux systèmes de numération.

9.6 Les situations autour du passage de la numération écrite (chiffrée) de position à la numération orale (utilisant des mots)

On ne peut se limiter à des dictées de nombres. Un travail spécifique est à mener.

Exemple : « les mots nombres » sur ERMEL

2347 lu « deux mille trois cent quarante-sept » soit

$2 - 1000 - 3 - 100 - 40 - 7$

$2000 + 300 + 47$

2347

10 ANNEXE 10 : DES PROCEDURES PERSONNELLES AUX PROCEDURES EXPERTES

a) Nous développons ci-dessous quelques idées sur ce point (inspirées du document d'accompagnement¹¹).

Le passage de procédures personnelles à des procédures expertes n'est pas spontané. Il nécessite un apprentissage.

Plus précisément et sur un exemple : de l'équivalence entre recherche d'un complément et soustraction à partir d'un problème : Un autocar qui peut transporter 60 personnes est complet. 45 adultes y sont installés. Tous les autres passagers sont des enfants. Combien y a-t-il d'enfants dans l'autocar ?

On peut considérer trois appuis possibles :

- **L'appui sur des situations :** (justifier l'équivalence) transformer le problème (verbalement) en un problème que les élèves savent résoudre à l'aide d'une soustraction. Mais aussi recours à d'autres situations, par exemple celle de la boîte. Ainsi deux écritures peuvent être associées à la recherche de la réponse : une de type « recherche du complément » ($a + \dots = b$) associée au problème initial : l'autre de type « soustraction » ($b - a = \dots$) associée au problème posé au moment de la validation.
- **L'appui sur le calcul mental :** (faire fonctionner l'équivalence) pour calculer $100 - 98$, le plus simple est de rechercher le complément de 98 à 100 ; inversement, pour calculer mentalement le complément de 5 à 200, le plus simple consiste à soustraire 5 à 200. Ainsi demander de calculer une différence de faible écart ou un complément d'un nombre à un autre beaucoup plus grand serait propice à la construction des équivalences entre calcul d'une différence et recherche d'un complément ; le tout étant accompagné de formulations orales adéquates : Que faut-il ajouter à 45 pour avoir 60 ? Quel nombre obtient-on en soustrayant 45 de 60 ? Quelle est la différence entre 45 et 60 ?
- **L'appui sur les écritures symboliques :** (exprimer l'équivalence) Etant donnés trois nombres (23 ; 18 ; 41), trouver toutes les écritures additives ou soustractives avec ces trois nombres. La demande de formulations orales aide aussi l'élève à relier entre elles différentes significations « Quel est le nombre qui ajouté à 18 donne 41 ? » ; « Quelle est la différence (ou l'écart) entre 18 et 41 ? »

Utiliser ces différents appuis pour amener l'élève à utiliser directement la procédure experte.

b) Nous reprenons les résultats de nos propres recherches relatives à l'analyse des pratiques enseignantes, notamment l'explicitation de certains gestes professionnels supposés efficaces

Un autre exemple en numération : Pour faire évoluer les procédures vers une procédure experte

¹¹ ajouter les références

En s'appuyant sur une analyse « à chaud » des productions effectives des élèves, l'enseignant va faire apparaître une certaine hiérarchie des procédures lors du bilan / synthèse (méthode de Sébastien) qui repose sur plusieurs gestes. Pour décrire les procédures obtenues, l'enseignant fait le choix de ne pas interroger les élèves loin de la solution et d'organiser la mise en commun de la procédure la plus primitive à la plus experte en reformulant parfois à la place des élèves sur la base des écrits produits en restant très près de celles-ci. Ainsi il fait croire que les élèves sont passés par toutes les étapes et rend collectif (public) les productions en débouchant sur la procédure la plus proche de la procédure experte. L'étayage des productions des élèves et l'organisation de celles-ci vise à mettre en avant une certaine continuité.

Dans ERMEL, les auteurs privilégient la multiplicité des procédures, aident l'enseignant à les envisager mais éludent le moment de la synthèse (Comment les trier ? Dans quel ordre interroger les élèves ?) et supposent que l'élève est capable de formuler un minimum ses procédures.

On identifie ici une contradiction qui peut être attribuée au « constructivisme ». On peut considérer toutes les procédures, sans les hiérarchiser au départ mais il ne faut pas que ça dure trop longtemps, et il faudra tout de même faire émerger la procédure experte.

A la question : à partir de quel moment on institutionnalise ? On peut dire que si on attend 80 % de réponses : non ! donc on peut raisonnablement répondre autour de 50 % : oui ; sinon on prend un certain risque au niveau de l'avancement du programme et il faudra fournir un moyen pour arriver à la procédure. En effet, on ne peut pas repousser trop loin l'institutionnalisation.

L'enseignant propose systématiquement comme ci-dessous (tableau) différentes écritures dont celles faisant directement intervenir la numération.

Tableau établi à partir de l'activité « les craies » de ERMEL CE2

	Boîtes et étuis	Centaines et dizaines
80 craies	... boîtes et ... étuis	80 c'est ... centaines et ... dizaines
350 craies	... boîtes et ... étuis	350 c'est ... centaines et ... dizaines
1250 craies	... boîtes et ... étuis	1250 c'est ... centaines et ... dizaines
930 craies	... boîtes et ... étuis	930 c'est ... centaines et ... dizaines

Enfin, il est important d'accompagner cette situation de l'activité inverse (pour l'activité « les craies », il s'agit de l'activité « les stocks ») et d'exercices de réinvestissement de moins en moins contextualisés. Par exemple (pour les Daltons), il s'agit d'envisager d'abord un autre habillage puis une première décontextualisation (combien de paquets de 10 ? combien de dizaines ?) et ensuite une décontextualisation plus poussée (sans habillage), (Combien de dizaines dans 1260 ? dans 1428 ?) pour que cela devienne un geste automatisé, et enfin proposer différents contextes et faire remarquer l'invariant (relevant de la numération) et au bout du compte, travailler hors contexte.

11 ANNEXE 11 : DES PISTES POUR ADAPTER ERMEL A DES ELEVES DE ZEP

Cette adaptation peut se faire à plusieurs niveaux (les références concernent les éditions 1993-1997 de ERMEL). Il s'agit de pistes pour mieux utiliser cet ouvrage en fonction du public. Il ne s'agit pas de toutes les mettre en œuvre mais d'effectuer un choix en fonction des notions, de situations et du moment.

11.1 Elaguer complètement une ou plusieurs situations dans une progression donnée

Pour le CP, on peut par exemple supprimer les situations des boîtes empilées et des boîtes alignées et les remplacer par des jeux de bataille qui travaillent les mêmes compétences de comparaison de nombres. (Période 1-quinzaine 2.-Ermel p 67 à 73) idem « Maisons à construire » (Période 3 – quinzaine 2, Ermel 306 - 307 ...) il s'agit d'un jeu d'échange ... le Jeu du banquier paraît suffisant.

Choisir deux situations sur trois entre « Le nombre cible », p143 Les marelles p150 et le mini-yam p153...

Différencier au niveau des élèves et conserver pour les élèves les plus à l'aise les situations suivantes : Les camions, Les tandems, Les footballeurs (Période 1 – quinzaine 3 et Période 2, quinzaine 1, Ermel p 65 et 66)

De façon générale, on peut supprimer des situations de réinvestissement lourdes en organisation matérielle comme le jeu de la marchande de jouets (Période 4, quinzaine 3, Ermel p 161-162) qui est une variante de la situation de la marchande p 159.

Pour le CE1 : ex de la situation « le couloir » : il s'agit de mesurer la longueur d'une partie de l'école, par exemple le couloir, avec les chaussures puis de convertir cette mesure en centimètres. L'activité est intéressante car elle permet d'introduire la conversion 100 centimètres valent 1 mètre. Mais elle est susceptible de débordement et coûteuse en temps (mise en place de la situation, prise de mesure : choix d'une chaussure, décompte du nombre de fois qu'il faut déplacer la chaussure –toujours la même- recueil des données, conversion nombre de chaussures/centimètres (en ayant mesuré la chaussure), conversion centimètres/mètres...) ; le tout est prévu en une séance de 45 minutes.

Pour le CE2 : éliminer tout ce qui concerne l'introduction des notations décimales en CE2 à partir de la monnaie. « Achetez des glaces » pp.405 - 408

Ou encore : « des chiffres pour écrire les nombres » où il s'agit de trouver combien de fois on utilise un chiffre donné pour numéroter les 78 pages d'un livre pp.305-311 (situation très longue, surtout la phase 3)

Pour le CM1 : numération égyptienne ou multiplication égyptienne ; divisibilité par 4 p172

Pour le CM2 : toutes les situations qui concernent l'euro et les situations de change : « change » p 303 ; « la monnaie européenne : l'euro » p 324 ; « les devises » p 511

Adapter les situations utilisant des francs, certains documents sont obsolètes, à réactualiser ! : graphique de la situation « musique » p 80 ; « Magnéscope » p 91 « tickets de caisse » p 194 pour cette situation, comment valider les choix quant à l'ordre de grandeur, la manière « d'arrondir » ??? ; « soldes » p 329. Utilité de : « entre parenthèses » p 210 à condition de faire des activités avec la calculatrice (voir document d'accompagnement) ; « rien que des trous » p 216 ; « Profil de la Loire » p 291 ; « freinage d'une voiture : distance d'arrêt » p 345

11.2 Changer l'ordre des situations dans la progression proposée

Certaines situations venant en seconde ou troisième position peuvent être mieux adaptées à des élèves de ZEP.

Pour le CE1 : on peut inverser les supports droite numérique et spirale des nombres (p.360). La spirale des nombres est à la droite numérique ce que le tableau des nombres est à la bande numérique, pour le passage de 10 en 10 et de 1 en 1.

Pour le CE2 : beaucoup de situations relèvent du calcul mental ou rapide et peuvent être faites à d'autres périodes. D'autres peuvent être faites en libre service : « labynombre » p 358

Pour le CM1, dans le chapitre sur la proportionnalité, la situation « graduations » n'est peut-être pas bien placée au début : mieux vaudrait celle des bandes colorées ou celle des recettes qui viennent par la suite.

11.3 Elaguer seulement la dernière phase d'une situation

Lorsque cela ne remet pas en cause le sens des notions : souvent, dans cette dernière phase, les nombres sont plus grands, les calculs plus complexes, ce qui rend l'activité vraiment plus difficile.

Pour le CE2 : « des chiffres pour écrire les nombres » pp.305-311 (situation très longue, surtout la phase 3)

Pour le CM1 : dans « les deux (périmètre et aire) font la paire ! », l'activité n°3 (p381) ne semble pas indispensable.

De même dans « combien de produits » p 181 où il faut trouver toutes les décompositions multiplicatives de nombres, on n'est pas obligé de le faire pour tous les nombres de 1 à 100...

Pour le CM2 : « feuille A3 » p 470 : comment obtenir, à partir d'une feuille A3 pesant 10 g, un morceau pesant 1,4 g ?

On peut aussi élaguer la première phase, par ex où il s'agit d'inventer la règle « Pénélope » p179

11.4 « Alléger » la situation par le choix des variables didactiques :

Le choix des variables numériques est souvent fondamental, de même que le choix du matériel fourni aux élèves : quel matériel, à quel moment ? En géométrie ou dans le travail sur les grandeurs, le choix des figures et des supports est aussi très important. Le choix des variables didactiques peut déboucher sur une différenciation.

Pour le CM2, dans les problèmes pour chercher : « Somme et différence » p 63 : recherche des cas d'impossibilité ... (on peut se contenter d'un constat) ; les critères de divisibilité, les nombres premiers « Combien de produits » p 163 ; le « concours de divisions » p 206

Pour le CM1, dans le travail sur les aires où il faut ranger des figures selon leur aire (p 389) on peut proposer des figures moins complexes.

Pour le CE2 : « Qui a le plus grand nombre ? » p 342-344. Le travail peut être oral, l'écrit n'apportant pas grand-chose...

Pour le CE1 : (p. 335) « le caissier 2 ». Les élèves *acheteurs* doivent demander au caissier de leur faire de la monnaie puis ils doivent faire l'appoint du montant de ce qu'ils achètent. Le *caissier* dispose de suffisamment de monnaie pour rendre ce qu'il faut lors des achats des *acheteurs*. Il peut y avoir des discussions sur le « bien fondé » de faire de la monnaie chez le commerçant chez qui on achète. Le *caissier* peut toujours rendre la monnaie. Pour éviter des discussions sans grand intérêt et pour obliger les élèves à demander qu'on leur fasse de la monnaie, on peut mettre en place (comme il est suggéré dans ERMEL) un *banquier* (le professeur) et (non suggéré) ne pas donner la monnaie suffisante au caissier de sorte que les élèves soient obligés de passer chez le *banquier* pour faire de la monnaie. Cette dernière disposition permet à l'enseignant de savoir qui a demandé de la monnaie et qui a fait une erreur lors de cette demande (ce sont les élèves qui doivent dire le nombre de pièces ou de billets qui doit leur être remis en échange de leur billet).

11.5 Etre moins exigeant dans la formulation écrite des procédures

On peut se contenter parfois d'une explicitation orale : dans beaucoup de situations, on demande aux élèves d'explicitier par écrit leurs procédures : en ZEP, c'est beaucoup plus difficile qu'ailleurs. Le travail de formulation doit être en grande partie pris en charge par le maître. De même lorsque les élèves ont à argumenter par écrit par rapport à des écrits d'autres élèves.

Pour le CE2 : « Qui a le plus grand nombre ? » p 342-344. Le travail peut être oral, l'écrit n'apportant pas grand-chose...

Pour le CM1 : comparaison d'aires de rectangles (p353) ; comparaison de nombres décimaux (p 429)

Pour le CM2 : « le mobilier de l'école » p 86 pour l'analyse collective des différentes rédactions ...

11.6 Importance de l'ancrage du nouveau dans l'ancien : nécessité de phases de rappel plus nombreuses, plus régulières

Plutôt que de multiplier les environnements d'apprentissage (multiplicité des situations), il vaudrait mieux sélectionner quelques situations de référence, à reprendre éventuellement en cours d'année mais aussi au cours du cycle. Beaucoup de situations du CP liées à la numération peuvent être reprises au CE1 avec des nombres plus grands (tableau ou spirale des nombres, jeu de cible, ...)

Au CM2, se référer à ce qui a été fait ou non au CM1 notamment pour les fractions et les décimaux, la division, la proportionnalité ... et si besoin reprendre la situation de référence qui a permis de donner du sens à la notion

Ne pas négliger les activités d'entraînement (thème 5 au CM2)

11.7 Importance de l'institutionnalisation

Faire le point sur les connaissances que l'on vient de travailler, sur ce qui est important, ce qu'il faut retenir..., relier avec les connaissances anciennes.

Cette institutionnalisation n'est pas toujours explicite dans le ERMEL. Il manque l'équivalent des aide-mémoire que l'on trouve dans d'autres manuels.

Au cycle 3, on peut proposer un cahier mémoire qui se construit tout au long de l'année et représente le savoir institutionnalisé.

Pour le CE1, p. 378 « les billes » : sur un dessin, déterminer quelle est la bille la plus proche de la bille noire. Une partie importante de l'institutionnalisation doit porter sur la mise en évidence des gestes incontournables pour produire une mesure correcte ; repérer toujours par rapport au même endroit (point, lieu). Par exemple extrémité des ficelles (dont il faudra ensuite comparer les mesures de longueur) repère sur les bandes de carton. Autre geste ; placer ces repères toujours de la même façon sur les objets à mesurer (sinon les distances changent et les comparaisons pourront être faussées).

Pour le CE1, p. 360 « la spirale des nombres » (période 3 quinzaine 3). Ce qui est à institutionnaliser se présente sous forme de remarques. Une dizaine correspond à un tour de spirale, pour ajouter ou retrancher plusieurs dizaines on reste sur le même « rayon » et on se déplace d'autant qu'il est nécessaire. Une unité correspond au déplacement entre un nombre et celui qui est juste à côté (à gauche ou à droite) sur la même spirale, pour ajouter ou retrancher une ou plusieurs unités on reste sur la même spirale.

Pour le CE2 : les craies (p288) ou les Daltons

11.8 A propos des T.O. : Un manque d'institutionnalisation dans ERMEL.

Or les élèves de ZEP ont besoin de références. Il n'est pas souhaitable de laisser chacun se débrouiller avec sa technique (c'est le cas de la soustraction au CM1). Proposer des aide-mémoire pour les différentes T.O. enseignées : addition, soustraction, multiplication, division.

L'algorithme de l'addition au CP et au CE1 est abordé par le problème d'une commande commune avec la règle « on ne peut commander plus de 9 objets isolés à la fois ». On est alors amené à faire des échanges « 10 contre 1 ». Puis un parallèle est fait avec l'écriture en colonne et la retenue.

Les abaques (en feuilles ou tiges) interviennent comme aide ou comme validation du résultat. Là aussi on fait un parallèle avec l'écriture en colonne et la retenue.

Dans le cahier de l'élève (CP et CE1), les additions demandées sont toujours écrites en ligne. Il n'y a pas d'addition posée.

Pour la T.O. de la multiplication, on peut conseiller un découpage 1 chiffre/2 chiffres ou plus au multiplicateur entre le CE1 et le CE2.

On peut aussi simplifier l'organisation de certaines situations, par exemple certaines situations de communication parfois complexes à mettre en œuvre ou lorsque l'on demande un travail par deux : voir ce que cela apporte...

12 ANNEXE 12 : AIDES APPORTEES (SITUATIONS DE COMPAGNONNAGE)

12.1 Quelques éléments sur la technique opératoire de l'addition

Comme nous l'avions suggéré, il est important de faire apparaître sur une affiche l'ordre des différentes étapes du déroulement de la technique (y compris la façon de disposer les nombres au départ). On peut aussi faire apparaître la « récitation » associée (Euromaths CP)

On peut utiliser différents contextes pour donner du sens à la retenue : la monnaie (Ateliers Hachette), le jeu « dix contre 1 » (Diagonale CP), les abaques. L'important est de bien faire comprendre que la retenue correspond à un échange 10 contre 1. Cela s'appuie sur les règles de la numération écrite (signification des chiffres dans l'écriture d'un nombre).

Il faut penser à faire varier la taille des nombres et le nombre de termes de la somme ($27 + 345 + 7$)

L'utilisation du tableau de numération (Euromaths CE1) avec au moins trois colonnes peut être une aide pour les élèves en difficulté. Mais ils devront s'en dispenser progressivement.

12.2 Suggestions pour la préparation d'une séquence sur la multiplication au CE2 :

Les élèves ont déjà rencontré la multiplication au CE1. Au CE2, il s'agit de revenir sur le sens de l'écriture multiplicative et de mettre en place la technique opératoire (basée sur la propriété de distributivité de la multiplication par rapport à l'addition et sur la « règle des zéros »).

12.2.1 Concernant le sens de la multiplication

La fiche p 44 d'Optimath (Hachette) demande à être enrichie :

- écrire le nombre d'éléments d'une collection d'objets disposés en lignes et en colonnes (au moins 100) sans les dénombrer un à un : 4 écritures seront privilégiées (12×17 ; 17×12 ; $12 + 12 + \dots + 12$ et $17 + 17 + \dots + 17$) et l'égalité sera établie entre ces 4 écritures. Voir par exemple *Euromaths CE2* p 66-67 (p 66 : on peut se contenter de la collection d'objets organisée sans la première ligne et la première colonne) ou *Euromaths CE1* p 132 et 133

- coder aussi sous forme multiplicative le nombre d'éléments de collections disposées en paquets et en vrac. Dans ce dernier cas, cela revient à chercher différentes écritures multiplicatives pour un même nombre (par exemple $36 = 2 \times 18 = 9 \times 4 = 12 \times 3 = \dots$). Décoder une écriture multiplicative (par exemple, dessiner une collection de 17×24 points ...)

- proposer des petits problèmes pouvant se résoudre en utilisant la multiplication : de type bon de commande, ... (en relation avec le sens « addition réitérée » : les deux nombres n'ont pas le même statut)

- aborder la notion de multiple et construire les tables de multiplication, par exemple en utilisant la situation des « sauts du kangourou » *Euromaths CE2 p 90*

Au fur et à mesure des activités proposées construire la table de Pythagore

12.2.2 Concernant la technique opératoire de la multiplication

On peut commencer par le calcul du produit d'un nombre à 2 ou 3 chiffres par un nombre à un chiffre puis par un nombre à 2 chiffres (un seul nombre à décomposer puis les deux). On utilise le découpage de quadrillages pour illustrer la distributivité de la multiplication sur l'addition. Le découpage privilégié fait intervenir la numération décimale ($346 = 300 + 40 + 6$).

Il faut donc déjà avoir vu la « règle des zéros » (multiplication par 10, 100, 1000) en liaison avec la compréhension de la numération, puis les calculs du type $15 \times 20 = (15 \times 2) \times 10$; 15×30 ; $15 \times 200 = (15 \times 2) \times 100 \dots$

Les fiches multiplication (2) et (3) d'Optimath CE2 peuvent être utilisées. *Voir aussi Euromaths CE2 p 104-105 et p 124-125 et p 126 et p 130 (dans les deux dernières pages, on arrive à la technique usuelle de multiplication en colonne).*

L'apprentissage de cette technique opératoire doit se répartir sur une bonne partie de l'année.

En parallèle, proposer des séances de calcul mental pour la mémorisation des tables, la règle des zéros, la mise en œuvre de procédures de calcul réfléchi (*par exemple on sait que $7 \times 7 = 49$ et on trouve $8 \times 7 = 49 + 7 = 56 \dots$*), la résolution mentale de problèmes ...

12.3 Suggestions pour une progression sur la division au CM1 :

Pour travailler le sens de la division, proposer aux élèves différentes situations de division avec reste nul ou non nul (recherche de la valeur d'une part, du nombre de parts, comptage en avant d'un nombre de sauts de même longueur pour se rapprocher d'un nombre cible sans le dépasser, recherche du nombre atteint par comptage en arrière de n en n à partir d'un nombre donné ...). Au départ, les élèves utilisent des procédures empiriques : additions successives, soustractions successives (utilisant ou non des multiples simples du diviseur), recherche de multiples du diviseur pour s'approcher le plus possible du dividende. En privilégiant la procédure des soustractions successives de multiples simples du diviseur, on construit la technique opératoire standard de la division. Au CM1, les élèves recherchent par encadrement le nombre de chiffres du quotient, construisent si nécessaire un répertoire des multiples du diviseur et posent la division en faisant apparaître les soustractions.

Il nous semble que dans le fichier « Pour comprendre les maths », certaines situations peuvent être données aux élèves. Toutefois nous proposons d'intégrer ces situations dans une progression plus complète (plus détaillée) comme par exemple celle du « Nouvel Objectif Calcul CM1 ».

Dans cette progression, les situations de découverte sont intéressantes en adaptant peut-être les valeurs numériques aux capacités des élèves (les nombres sont généralement très grands et les quotients obtenus ont souvent 3 chiffres : on peut alors diminuer le dividende de façon à obtenir un quotient à deux chiffres ...). Le travail sur la division s'accompagne d'un travail sur la notion de multiples (Division (4)). La leçon « Division (5) », liée à la proportionnalité, n'est peut-être pas indispensable. De même, dans la leçon « Division (6) », il ne nous semble pas utile de donner aux élèves d'autres algorithmes de la division posée que l'algorithme standard. L'aide-mémoire reprenant l'ensemble des étapes de la technique nous semble tout à fait clair ; il peut être proposé aux élèves et constituer un affichage référent dans la classe.

La situation de découverte « A pas de géant » (« Division (1) ») est sans doute difficile (contexte, vocabulaire, données numériques). On peut la remplacer par la situation extraite de ERMEL CM1 (p 249) intitulée « Le jeu de la cible » dont l'habillage est moins confus et qui induit l'utilisation de la droite numérique comme support pour visualiser les différents sauts.

Parallèlement en calcul mental, on peut proposer des multiplications à trous (quel est le nombre qui, multiplié par 10, donne 120 ? ...), un travail sur la « règle des zéros » (N multiplié par 10, 100, 1000) et un travail sur les encadrements (situer 43 entre deux résultats de la table de multiplication par 6). Ces activités peuvent être décontextualisées ou à mettre en œuvre pour la résolution de « petits » problèmes (« J'ai 123 œufs à répartir dans des boîtes de 12. Combien de boîtes puis-je remplir ? Combien reste-t-il d'œufs ? »).

12.4 Quelques éléments de progression sur la notion d'aire au CM1

12.4.1 Approche et construction de la notion d'aire

Deux surfaces ont même aire si et seulement si elles ont la même étendue (ou si et seulement si elles occupent la même place). Deux surfaces de formes différentes, de dimensions différentes peuvent avoir même aire.

La définition de Cap maths (guide des activités p 83) nous semble tout à fait convenable.

On dit que deux surfaces ont la même aire :

Si l'une peut se superposer exactement à l'autre

Si, après transformation de l'une des surfaces (par découpage), on peut recouvrir l'autre exactement avec les morceaux de la première.

Les activités proposées visent donc à reconnaître, classer, construire des surfaces de même aire, mais de forme différente. On peut aussi ranger des surfaces de la plus petite aire à la plus grande ou inversement.

Voir Cap maths CM1 livre de l'élève p 33, 34, 35 ; guide des activités p 81-86

Nouvel objectif calcul CM1 p 137

On peut aussi travailler à partir du tangram et faire réaliser des formes différentes à partir des mêmes pièces : elles ont alors même aire.

12.4.2 Renforcement de la notion

Voir les activités de Cap maths (guide des activités p 119-120 ; livre de l'élève p 58-59)

12.4.3 Mesure des aires avec une unité

Il s'agit de mesurer une aire avec une unité non conventionnelle (utilisation de papier quadrillé, triangulé, de pavages...). Cette phase est indispensable pour bien faire comprendre la notion d'unité. Elle se justifie quand on doit comparer l'aire de surfaces non comparables par découpage.

Activités dans Cap maths (guide des activités p 119-120 ; livre de l'élève p 60, 61), dans le Nouvel objectif calcul CM1 p 138, 139

On peut faire la liaison avec les fractions (voir Nouvel objectif calcul CM1 p 141-143)

12.4.4 Unités usuelles d'aires

Il n'y a rien à dire d'original. Tous les manuels travaillent ces notions. Elles seront reprises au CM2.

12.4.5 Différencier aire et périmètre

Il s'agit de voir avec les élèves que deux figures qui ont même aire n'ont pas forcément même périmètre et inversement. Ces deux grandeurs varient indépendamment l'une de l'autre.

Pour cela on peut, à partir d'un rectangle, faire construire d'autres rectangles (par découpage ou en gardant le même nombre de carreaux unités) qui auront la même aire mais pas nécessairement le même périmètre.

On peut aussi faire construire des rectangles ayant même périmètre et faire calculer leur aire qui sera différente.

ERMEL CM1 p 373-383 propose une activité de ce type.

On peut aussi poser le problème : étant donné une surface, comment faire pour diminuer son aire et agrandir son périmètre ? (On peut faire un trou ou faire des entailles)

De façon générale, quand on rend convexe une surface qui ne l'est pas au départ, on augmente son aire et on diminue son périmètre.

Ce problème de différenciation sera repris au CM2 où les élèves devraient avoir une meilleure maîtrise de ces notions.

Notre site WEB

<http://iremp7.math.jussieu.fr>

**IREM Université Paris7
Case 7018
2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05**

TITRE :

ACCOMPAGNEMENT EN MATHÉMATIQUES DE PROFESSEURS DES ÉCOLES NOUVELLEMENT NOMMÉS DANS DES ÉCOLES DE MILIEUX DÉFAVORISÉS DE L'ANALYSE DE PRATIQUES À DES SCÉNARIOS DE FORMATION : (ZEP/REP).
RAPPORT DE RECHERCHE (volume 1)

AUTEURS :

Butlen D., CHARLES PEZARD M., MAsselot P., SAyac N.

RESUME :

Nous nous intéressons aux pratiques en mathématiques de professeurs des écoles nouvellement nommés dans des écoles de ZEP/REP scolarisant des élèves issus de milieux très défavorisés. Nos recherches précédentes ont permis de mettre en évidence une typologie de ces pratiques ainsi que des manques dans la formation initiale des professeurs d'école pour enseigner dans ces milieux difficiles.

Partant de l'identification de certains de ces manques, nous avons construit, expérimenté et évalué un scénario de formation. Il s'agit d'accompagner des professeurs d'école affectés en première nomination en ZEP/REP durant leurs deux premières années d'exercice. Notre but est d'agir sur les pratiques des professeurs afin d'améliorer les apprentissages des élèves de milieux socialement défavorisés mais aussi d'accroître l'efficacité des enseignants concernés et d'améliorer leurs conditions d'exercice du métier au quotidien. Cette recherche devrait également amener à mieux comprendre comment se forment les pratiques enseignantes.

Le scénario de formation proposé comporte principalement trois types de situations : des situations d'information et de questionnement, des situations de compagnonnage, des situations d'échange et de mutualisation des pratiques. Il s'organise autour de quatre dialectiques. Nous décrivons les différents stages (de prise de fonction, d'école...) au cours desquels s'est déroulée la formation.

Nous donnons aussi des premiers résultats sur les facteurs à prendre en compte dans la formation de la pratique d'un professeur d'école débutant : ces facteurs sont bien sûr liés à la composante personnelle mais aussi beaucoup à la composante institutionnelle (ressources utilisées dans l'école, niveau de classe, direction de l'école...). En même temps, nous esquissons un affinement de la catégorisation des pratiques en trois i-genres proposée dans nos recherches précédentes.

MOTS CLES :

ZEP ; pratiques des enseignants ; professeurs des écoles débutants ; accompagnement ; scénario de formation ; formation des pratiques ; i-genres ; didactique des mathématiques ; mathématiques ; formation continue ; néo-titulaires.

Editeur : IREM

Université PARIS 7-Denis Diderot

**Directeur responsable de la
publication : R. CORI**

**Case 7018 - 2 Place Jussieu
75251 PARIS Cedex 05**

Dépôt légal : 2007

ISBN : 2-86612-287-9