INSTALLER LA PAIX SCOLAIRE, EXERCER UNE VIGILANCE DIDACTIQUE DANS DES ECOLES SOCIALEMENT DEFAVORISEES

Monique Charles-Pézard *

SETTING UP SCHOOL PEACE, EXERCISING A DIDACTIC VIGILANCE IN UNDERPRIVILEGED SCHOOLS

Abstract
Key words: elementary teacher's activity, mathematics, school peace, didactic vigilance, teaching training

TITRE DE L'ARTICLE EN ESPAGNOL (STYLE RESUME TITRE)

Resumen – Texte espagnol du résumé (style resume texte)

Palabras-claves: en espagnol sans majuscule séparés par des virgules

RESUME

Dans cet article, nous travaillons deux dimensions des pratiques de professeurs des écoles débutants, enseignant les mathématiques dans des écoles socialement défavorisées : installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique. Après les avoir définies, nous précisons comment nous les détectons à partir d'analyses précises de séances de classe et de reconstitutions plus globales, selon cinq niveaux, des pratiques correspondantes. Nous décrivons alors à partir d'exemples précis différentes modalités rencontrées chez les débutants pour installer la paix scolaire dans leur classe et y exercer une vigilance didactique. Ces deux dimensions se révèlent difficiles à acquérir ; elles sont pourtant fondamentales dans l'activité du professeur dans la mesure où leur présence plus ou moins grande peut se révéler cruciale pour les apprentissages des élèves de milieux défavorisés. En effet, si un minimum de paix scolaire apparaît indispensable, amener des élèves faibles à une procédure de réussite, leur donner des repères mathématiques clairs dans l'institutionnalisation nécessite une vigilance

* IUFM de Créteil, Université Paris 12 ; Laboratoire André Revuz, Université Paris 7 ; monique.charles@creteil.iufm.fr

didactique suffisante. Par ailleurs, ces deux dimensions, complémentaires, peuvent aussi entrer en contradiction. Nous concluons sur l'importance, pour les apprentissages des élèves, de développer ces deux dimensions chez les enseignants débutants, en particulier durant leur formation.

Mots-Clés : activité du professeur des écoles, mathématiques, paix scolaire, vigilance didactique, formation

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, nous[1] nous intéressons aux pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP[2]. Dans cet article, le mot 'pratiques' se rapporte à « ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas sur un temps long que ce soit avant, pendant, après les séances de classe » (Robert 2008). Cet intérêt pour les pratiques enseignantes trouve son origine dans nos recherches précédentes sur les élèves en difficulté en mathématiques, particulièrement chez ceux issus de milieux socialement défavorisés (Butlen & Pézard 1992a, 1992b, 2003a, 2003b). Les ingénieries proposées s'étant révélées insuffisantes pour faire progresser les élèves en grande difficulté, nous nous sommes tournés vers les pratiques enseignantes. Notre but était, à partir de l'observation de séances de classe, de mieux comprendre les effets de ces pratiques sur les apprentissages afin d'améliorer ces derniers, mais aussi d'accroître le confort au quotidien des professeurs. L'objet de cet article est de s'appuyer sur l'analyse de pratiques de professeurs des écoles débutants en ZEP pour mettre en évidence deux dimensions de leur activité, difficiles à acquérir mais fondamentales pour les apprentissages des élèves : installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique.

Dans une première partie, nous présentons notre cadre théorique pour l'étude des pratiques enseignantes ainsi que les résultats de notre première recherche sur les pratiques ordinaires en mathématiques des enseignants du premier degré en ZEP, à savoir les cinq contradictions et une catégorisation des pratiques en trois i(instruction)-genres. Nous y précisons également notre démarche de recherche, originale, dans la mesure où ce sont les premiers résultats d'analyse de pratiques d'enseignants débutants qui ont inspiré la distinction de dimensions particulières dans leur activité. Une fois décontextualisés et transformés en méthodologie, ils ont permis de caractériser ces pratiques ainsi que leur éventuelle évolution.

---

[1] Les recherches décrites dans cet article résultent d'un travail d'équipe avec notamment D.Butlen, P.Masselot et M.L. Peltier.

[2] Zone d'éducation prioritaire : regroupement d'établissements scolaires (écoles maternelles et élémentaires, collèges et lycées) scolarisant des élèves issus de milieux socioprofessionnels défavorisés et bénéficiant de moyens supplémentaires.

Dans une seconde partie, nous précisons ce que nous entendons par paix scolaire, plutôt du côté de la gestion de la classe et vigilance didactique, plutôt du côté des connaissances mathématiques et didactiques. Dans une troisième partie, nous décrivons les deux niveaux de méthodologie utilisés pour analyser d'une part les mathématiques proposées aux élèves, d'autre part les pratiques observées et leur éventuelle évolution. Nous avons ainsi été amenés à définir cinq niveaux dont la paix scolaire constitue le premier alors que la vigilance didactique est davantage liée aux quatre autres.

Les quatrième et cinquième parties présentent différentes modalités observées chez les débutants pour installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique plus ou moins grande, avec des incidences sur les apprentissages des élèves.

Dans une sixième partie, nous revenons sur les rapports entre ces deux dimensions de l'activité du professeur des écoles enseignant les mathématiques : leur complémentarité mais aussi le fait qu'elles peuvent entrer en contradiction.

Nous concluons sur le caractère fondamental, pour l'apprentissage des élèves, de ces deux dimensions et terminons par des perspectives de recherche concernant la formation initiale dans le but d'aider les futurs professeurs des écoles à installer la paix scolaire dans leur classe et à y exercer une vigilance didactique au quotidien.

PRATIQUES DES ENSEIGNANTS DE ZEP EN RELATION AVEC LES ACTIVITES DES ELEVES : CADRE THEORIQUE ET PREMIERS RESULTATS

1. Une évolution des recherches sur les pratiques des enseignants de ZEP : du global au local

D'un point de vue global, nous nous sommes d'abord intéressés aux contraintes auxquelles sont soumis ces professeurs et aux marges de manœuvre qu'il leur reste. Ces contraintes sont multiples. Elles relèvent des domaines cognitif et social quand on prend en compte les difficultés d'apprentissage et de comportement des élèves : en effet, dans ces classes, ces derniers ont des rapports conflictuels avec l'école et ses attentes, ils sont difficiles à enrôler et résistent parfois très fort à entrer dans les activités proposées. Elles sont d'ordre institutionnel (les programmes, les horaires, le type d'école…) quand on considère l'enseignant comme élément et acteur du système éducatif. En ZEP particulièrement, il y a une certaine 'course à l'innovation' amenant les professeurs à conduire des projets pédagogiques ouverts vers l'extérieur, censés motiver les élèves, mais pas toujours en rapport avec les apprentissages disciplinaires. Les contraintes sont aussi d'ordre personnel si on se réfère à la maîtrise des contenus (ici mathématiques) par le professeur, à ses ressources propres, à ses connaissances sur les élèves, à ses représentations sur les mathématiques, leur apprentissage et leur enseignement.

Ce premier point de vue global nous a amenés à mettre en évidence des contradictions vécues au quotidien par ces professeurs ainsi que les systèmes de réponses apportés. Prenant en compte la double mission d'instruction et d'éducation du professeur des écoles enseignant les mathématiques en ZEP, nous avons établi une première catégorisation des pratiques effectives en distinguant les i-genres (liés à la mission d'instruction) des e-genres (liés à la mission d'éducation, non développés ici) (Butlen, Peltier & Pézard 2002, Butlen 2004, Peltier 2004). D'autre part, pour recomposer les pratiques des professeurs, nous utilisons les cinq composantes définies par Robert et Rogalski (2002).

Dans ce cadre général, d'un point de vue plus local, nous nous sommes intéressés aux activités des professeurs des écoles constitutives de leurs pratiques : activité de préparation de classe, activité en classe, activité après la classe. Le mot ' activité' est à prendre dans le sens de la théorie de l'activité sur laquelle nous revenons dans la suite : « l'activité est ce que développe un sujet lors de la réalisation de la tâche : non seulement ses actes extériorisés mais aussi les inférences, les hypothèses qu'il fait, les décisions qu'il prend dans ce qu'il fait et ce qu'il se retient de faire ; l'activité comprend aussi la manière dont le sujet gère son temps, et également son état personnel (…) ainsi que ses interactions avec autrui dans la situation de travail » (Rogalski 2008). Nous prenons aussi en compte les différents niveaux d'organisation des pratiques enseignantes : global, local et micro (Masselot & Robert 2007). Si les grands choix effectués par les professeurs et les stratégies qui en découlent relèvent d'un niveau global, leur mise en œuvre dans les classes se situe à un niveau local voire micro. Cela nous amène à découper l'activité du professeur en activités élémentaires comme les gestes et routines professionnels (Butlen 2004, Butlen & Masselot 2001). Chaque grand moment de cette activité, notamment les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation correspond à des types de tâches (Chevallard 1999) et à des gestes permettant de les réaliser. L'étude des gestes et routines nous permet de décrire comment le professeur met en œuvre, au quotidien dans sa classe, sa stratégie globale relevant du i-genre caractéristique de sa pratique.

Les différents points de vue décrits précédemment ne sont pas indépendants et permettent d'avoir des regards à plusieurs niveaux sur l'activité des professeurs des écoles, notamment celle des débutants. Les deux dimensions dont il est ici question sont liées aux grands choix effectués par le professeur en matière d'instruction et d'éducation. En effet, au niveau global, les modes d'installation de la paix scolaire et le degré de vigilance didactique participent de l'inscription d'une pratique dans un i-genre donné. Aux niveaux local et micro, ils sont associés à des activités du professeur constituées de gestes et routines professionnels non indépendants les uns des autres. Ils permettent ainsi de caractériser les pratiques a posteriori à la fois par rapport aux apprentissages visés et à la manière dont le professeur s'inscrit dans les contraintes.

2. Une approche ergo-didactique intégrant des éléments de sociologie

Nous étudions les pratiques enseignantes dans le cadre d'une approche utilisant des concepts issus de la didactique des mathématiques (notamment de la théorie des situations didactiques) et de l'ergonomie, ainsi que des éléments de sociologie. Il s'agit plus précisément d'une adaptation du cadre théorique de la 'double approche' défini par Robert et Rogalski (Robert & Rogalski 2002, Robert 2008) prenant particulièrement en compte les contraintes sociales liées aux élèves. Pour appréhender le poids de l'aspect social dans la pratique d'un enseignant de ZEP, nous essayons de mieux comprendre comment le public des élèves participe à la définition de l'activité du professeur et comment cette activité, à son tour, influence le public des élèves. Nous nous centrons sur trois grands moments de l'activité du professeur dans sa classe, qui semblent rendre compte suffisamment des apprentissages : les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation. 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 préciser certaines contraintes de l'enseignement en ZEP. Le devenir de l'élève nécessite de regarder ce dernier à la fois en tant qu'enfant futur citoyen et en tant qu'élève à instruire. Nous pourrions qualifier notre démarche de socio-didactique.

Pour étudier les pratiques enseignantes, on ne peut s'en tenir à leur objectif principal qui est l'apprentissage des élèves, il faut aussi prendre en compte le fait qu'elles s'inscrivent dans un métier. La double approche didactique et ergonomique permet de considérer l'enseignant comme un adulte exerçant une profession rémunérée sur un temps long dans un cadre social et institutionnel donné. Elle se situe dans le cadre plus général de la théorie de l'activité[3] (Vygotsky 1985, Léontiev 1966, Galperine 1966) et conduit à privilégier les activités mathématiques des élèves en classe, considérées comme des intermédiaires légitimes entre l'enseignement et les apprentissages. Elle imbrique des analyses de ces activités provoquées par le professeur à des analyses des activités de l'enseignant liées à l'exercice du métier (Robert 2008, Rogalski 2008). Pour analyser l'environnement mathématique dans lequel sont placés les élèves, nous utilisons la distinction entre tâche « du côté de la situation » et activité « du côté du sujet » d'une part, entre tâche prescrite, attendue et effective d'autre part (Leplat1983, 1997). Notons que nous n'avons accès qu'aux activités possibles des élèves et non aux activités réelles, une partie de ces dernières restant inaccessible. La théorie des situations didactiques (Brousseau 1986) nous sert par ailleurs à analyser les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves.

Pour définir les i-genres, nous avons repris de manière métaphorique le concept de 'genre' de Clot (1999) en l'adaptant à notre objet d'étude pour décrire et interpréter les régularités intra et inter-personnelles identifiées dans nos observations. Si les régularités intra-personnelles relèvent plutôt d'une mémoire personnelle (le 'style'), les secondes renvoient à l'idée d'une mémoire collective des enseignants et à la notion de genre. Cela conduit évidemment à penser que des informations diffusent au sein d'un réseau de professionnels et que les pratiques dépassent pour une part les individus.

Pour recomposer les pratiques à un niveau global, nous utilisons les cinq composantes définies par Robert et Rogalski : une composante cognitive qui permet de décrire les itinéraires cognitifs proposés aux élèves (contenus, gestion a priori des scénarios) ; une composante médiative qui décrit le discours du professeur, les modes d'interactions en classe des différents acteurs ; une composante personnelle traduisant les représentations du professeur sur les

---

[3] Adaptée ici aux mathématiques et à la situation scolaire, elle accorde une place centrale au sujet dans les situations. «L'objet de cette théorie est une activité finalisée et motivée : le sujet vise l'atteinte de buts d'action, et ce sont les mobiles de son activité qui sont le moteur de ses actions. La théorie vise l'analyse des processus en jeu chez le sujet agissant, et les processus par lesquels son activité évolue et par lesquels il se développe. Elle s'appuie sur deux notions clés : celle de sujet et celle de situation » (Rogalski 2008)

mathématiques, leur apprentissage et leur enseignement, mais aussi sur l’école et les élèves en difficulté ; une composante institutionnelle qui regroupe les informations relatives à la prise en compte par l’enseignant des programmes, des horaires mais aussi des différents niveaux de la hiérarchie du système éducatif ; une composante sociale traduisant le fait que le professeur interagit avec des élèves de différents groupes sociaux et travaille avec d’autres collègues dans un même établissement. Les trois premières composantes sont davantage liées aux mathématiques proposées aux élèves, les deux dernières à l’exercice du métier.

Au niveau local, les pratiques sont constituées d’activités que nous étudions en lien avec les apprentissages des élèves mais aussi en relation avec les déterminants des pratiques, les contraintes et les ressources. Le découpage de l’activité du professeur en gestes et routines, considérés comme des schèmes professionnels (Butlen 2004), se révèle pertinent pour décrire une suite d’actions finalisées par un but ainsi que les connaissances mobilisées à cette occasion, et pour les mettre en relation avec l’activité correspondante de l’élève. Si l’installation de la paix scolaire et l’exercice d’une plus ou moins grande vigilance didactique participent de la stratégie globale de l’enseignant, leur mise en œuvre au quotidien dans la classe est associée à des gestes et routines professionnels de différents types (Butlen & Masselot 2001).

3. Résultats sur les pratiques ordinaires des enseignants du premier degré en ZEP

Cinq contradictions hiérarchisées

Lors de notre recherche sur les pratiques ordinaires des enseignants de ZEP[4] (Butlen, Peltier & Pézard 2002), nous avons mis en évidence cinq contradictions que les professeurs doivent affronter au quotidien. Une d'entre-elles apparaît fondamentale et peut déboucher sur une minoration voire une quasi-disparition des apprentissages scolaires. Son dépassement est un enjeu essentiel de l’enseignement en ZEP : il s’agit de la contradiction entre logique de socialisation des élèves et logique des apprentissages disciplinaires. Pour le professeur, tout se passe comme si deux projets entraient en concurrence, celui qui vise à éduquer le futur citoyen et celui qui a pour but d’enseigner des savoirs disciplinaires. Cette concurrence concerne aussi bien leur hiérarchie,

[4] Nous avons observé 10 professeurs des écoles, 3 débutants et 7 avec une expérience professionnelle d’au moins 5 ans

notamment en termes d'antériorité, que le temps qui leur est consacré. Le plus souvent, nous avons constaté que le projet éducatif l'emportait au détriment du projet d'enseignement.

Les quatre autres contradictions en découlent plus ou moins directement. Parmi ces dernières, celle qui paraît la plus importante est la contradiction entre logique de la réussite immédiate et logique des apprentissages. Ayant le souci constant de créer un climat de confiance dans la classe, les enseignants de ZEP encouragent leurs élèves, les rassurent sur leurs capacités à résoudre les problèmes posés, et les félicitent à la moindre réussite. Cela les amène souvent à abaisser leurs exigences, à algorithmiser les tâches, à aplanir les difficultés. Les trois autres contradictions entre temps de la classe et temps d'apprentissage, entre individuel, public et collectif et entre logique de projet et logique d'apprentissage apparaissent moins déterminantes que les deux premières.

Une catégorisation des pratiques

Les pratiques ordinaires des professeurs observés au cours de cette même recherche d'une part se révèlent relativement stables pour chacun d'eux, d'autre part présentent des régularités interpersonnelles. Ce sont ces systèmes de réponses aux contraintes et aux contradictions exposées ci-dessus que nous analysons en termes de genre. Nous avons établi une première catégorisation de pratiques effectives en trois i-genres (liés à la mission d'instruction du professeur des écoles) (Butlen, Peltier & Pézard, 2002). Les i-genres sont définis par les grandes conceptions des professeurs relatives aux apprentissages scolaires (notamment mathématiques) et à leur enseignement, à partir d'indicateurs liés aux cinq composantes des pratiques. L'un des trois i-genres, majoritaire (7 professeurs des écoles sur les 10 observés), 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 parcours cognitifs et des aides apportées par le professeur. Cette individualisation systématique des activités proposées comme du traitement des comportements s'accompagne au quotidien d'un abaissement des exigences de la part de l'enseignant. Les phases collectives de synthèse, de bilan et d'institutionnalisation sont quasi inexistantes. Un deuxième i-genre, proche du précédent, s'en distingue notamment par la place quasi négligeable accordée aux présentations collectives des activités. Un troisième i-genre (le i-genre 3, qui concerne un seul professeur) se distingue des deux autres par des scénarios basés sur des choix de problèmes consistants, engageant les élèves dans une recherche et conduisant quasi systématiquement à des phases collectives de synthèse, de bilan et à des institutionnalisations locales ou plus générales. Ces phases sont suivies de réinvestissements d'abord contextualisés puis décontextualisés. On pourrait dire que les activités d'un professeur dont la pratique relève de l'i-genre 3 sont prioritairement pilotées par les mathématiques. De plus, les apprentissages comme les comportements sont dans ce cas traités collectivement. Dans la suite de l'article, nous verrons que l'installation de la paix scolaire et l'exercice d'une vigilance didactique sont en relation avec le i-genre de pratique.

4. Des caractéristiques des élèves de ZEP

Beaucoup d'élèves de ZEP ont un rapport à l'école plutôt négatif qui se traduit par un comportement difficile, parfois violent, ou au contraire complètement inhibé[5]. Leur résistance aux apprentissages scolaires est très grande, surtout envers certaines formes de travail comme le travail en groupes. D'autre part, leur faible autonomie ne favorise pas leur entrée dans les apprentissages. Ces caractéristiques font que l'installation de la paix scolaire s'avère cruciale dans ce type de classe.

Si beaucoup d'élèves de ZEP sont en difficulté (Les résultats aux évaluations nationales le prouvent), ce n'est toutefois pas le cas de l'ensemble. Plusieurs travaux de recherche (Perrin 1993), (Butlen & Pézard 1992a, 1992b, 2003a, 2003b) ont mis en évidence des caractéristiques de ces élèves, que l'on retrouve fréquemment en ZEP. Les difficultés en mathématiques sont souvent dues à des connaissances insuffisantes (par exemple sur les nombres) mais aussi à un manque d'adaptabilité, de flexibilité qui se traduit par une recherche systématique d'algorithmes ou de règles qui enferment les élèves dans des automatismes. Par ailleurs, ces élèves ont du mal à mettre en relation les connaissances nouvelles avec les anciennes. En particulier, ils ne hiérarchisent pas les différentes procédures qui de ce fait leur apparaissent toutes au même niveau. Ils ont alors des difficultés à comprendre les enjeux des mises en commun, des synthèses et des institutionnalisations et ont tendance à en rester au

[5] Surtout chez les élèves jeunes de CP (6-7ans)

niveau de l'action. Ajoutons que certains travaillent lentement, ont une capacité de concentration trop faible pour s'investir sur un temps suffisamment long, ce qui provoque une usure rapide des situations.

Nos recherches menées sur les élèves en difficulté en mathématiques suggèrent qu'une réponse possible pour l'enseignant est de jouer sur la diversité des situations proposées, sur celle des leviers mobilisés, afin d'éviter aux élèves de « s'enfermer » : calcul mental, recours à l'écrit, à différentes formes de travail, débat collectif, changement de cadres, etc. L'enrichissement des pratiques des enseignants tel que nous l'envisageons devrait favoriser la mise en œuvre au quotidien d'une telle diversité.

5. Une démarche de recherche originale

Dans un premier temps, nous avons élaboré un scénario de formation sous forme d'accompagnement de professeurs des écoles nouvellement nommés en ZEP, prenant en compte les résultats sur les enseignants et leurs élèves exposés précédemment. Ce scénario visait à enrichir les pratiques en mathématiques de ces débutants, dans le but de contribuer à améliorer les apprentissages des élèves. Pour nous, enrichir les pratiques signifie élargir le champ des possibles en s'appuyant par exemple d'une part sur la diversité des stratégies d'enseignement, d'autre part sur les différents types d'activités à proposer aux élèves. Nous ne décrivons pas ici ce scénario[6], la formation n'intervenant finalement que comme laboratoire d'analyse des pratiques.

Les recherches ont ensuite consisté à analyser, avec notre cadre théorique, les pratiques des professeurs soumis à ce scénario. Ces analyses ont fait apparaître des pratiques présentant une plus ou moins grande proximité avec le i-genre 3. Des régularités dans les problèmes rencontrés par ces débutants nous ont amenés à travailler plusieurs dimensions de leur l'activité. Il nous est apparu qu'un certain développement dans les pratiques selon ces dimensions était associé à un enseignement proche du i-genre 3 et même que deux d'entre elles semblaient en constituer un préalable. Nos analyses de pratiques ont alors été relues selon cette perspective, ce qui nous a permis d'enrichir la description des dimensions retenues, notamment en terme de plus ou moins grande maîtrise. Dans cet article, nous développons ces deux

[6] Il a été construit en référence à nos hypothèses sur les pratiques enseignantes exposées en annexe 5 et propose plusieurs types de situations de formation (Butlen, Charles-Pézard, Masselot & Sayac 2007)

dimensions : installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique.

Dans les deux paragraphes qui suivent, nous en donnons des caractéristiques générales, puis nous expliquons notre méthodologie qui nous permet, en référence au i-genre 3, de décrire les pratiques de débutants en ZEP selon ces deux dimensions.

DEUX DIMENSIONS DE L'ACTIVITE DU PROFESSEUR DES ECOLES

1. Place du savoir mathématique dans nos analyses de l'activité du professeur des écoles

De façon générale, on peut considérer que le travail de l'enseignant comporte au moins deux éléments principaux : préparer sa classe et gérer les déroulements en classe[7]. Ces deux moments nous apparaissent largement dépendants : le professeur anticipe sur le déroulement quand il prépare, en particulier par rapport aux élèves, et il est obligé d'improviser en partie pendant la classe, tout n'étant pas prévisible dans la préparation. Dans notre analyse de l'activité de l'enseignant, celle du savoir mathématique est présente dans ces deux moments, que ce soit avant ou pendant la classe. En amont de la classe, il s'agit d'analyser mathématiquement le problème proposé aux élèves, de voir si la notion visée est bien en jeu dans la situation, si cette dernière donne du sens à la notion, quels sont les points de vue adoptés…Pendant la classe, l'analyse du savoir est aussi présente car il s'agit alors pour le chercheur de déterminer si le déroulement est piloté prioritairement par les mathématiques ou par d'autres facteurs comme par exemple le souci de motiver les élèves ou celui de sauvegarder une certaine paix sociale.

L'analyse mathématique du savoir nous semble indispensable pour définir la référence à partir de laquelle le chercheur construit des prévisions de déroulement dont il voudrait que les professeurs se rapprochent le plus possible. Elle permet de prévoir des itinéraires cognitifs amenant les élèves à la notion visée. Mais cela ne suffit pas. Il faut ensuite mettre en œuvre un déroulement de classe qui fasse vivre effectivement ces itinéraires, en tenant compte des différentes contraintes et contradictions décrites précédemment. Ces contraintes

[7] Il y en a d'autres, notamment les réunions avec les collègues, les relations avec les parents,… dont nous ne nous occupons pas ici.

concernent les élèves, leur enrôlement plus ou moins facile, leurs connaissances. Il y a des contraintes externes comme la nécessité d'une paix scolaire, d'un certain degré de réussite pouvant être contradictoire avec les apprentissages. Il y a aussi des contraintes internes comme la plus ou moins grande maîtrise des mathématiques par l'enseignant, ses ressources propres.

Compte tenu de ces diverses contraintes et de l'insuffisance de l'analyse du savoir, peut-on dégager dans l'activité de l'enseignant des 'sous-ensembles' qui conditionnent la possibilité de piloter les séances de mathématiques par le savoir, 'au plus près' de ce que l'analyse correspondante permet de prévoir ? Pour nous, les deux dimensions que nous allons maintenant décrire répondent à cette question.

2. Installer la paix scolaire

Nous définissons la paix scolaire comme le couple 'paix sociale' et 'adhésion au projet d'enseignement du professeur'. Cette notion a émergé dans le contexte ZEP où la contradiction fondamentale entre logique de socialisation et logique des apprentissages disciplinaires est particulièrement aigue. Mais elle peut s'étendre aux classes ordinaires même si elle y apparaît moins sensible.

La paix sociale, premier élément du couple, se caractérise notamment par la mise en place de règles de fonctionnement de la classe acceptées par les élèves et indispensables à la relation didactique. Ces règles instaurent un certain calme, une absence de violence entre les élèves, un respect des personnes, des prises de paroles contrôlées, etc. L'adhésion des élèves au projet d'enseignement du professeur se manifeste par un climat de confiance, voire de complicité, entre les élèves et le professeur, par un enrôlement rapide et sans trop de résistance des élèves dans les tâches. Cette adhésion est globale mais se trouve réinitialisée au niveau local dans le quotidien de la classe.

Nous distinguons paix scolaire et paix sociale qui n'en constitue qu'une partie. En tant que didacticiens, l'obtention de la paix scolaire n'est pas pour nous une fin en soi mais un moyen. Nous regardons l'activité du professeur en lien avec celle de l'élève car nous nous intéressons au couple confort de l'enseignant/efficacité en termes d'apprentissages des élèves. Le second élément du couple définit pour une part le topos de chacun. Il est difficilement explicitable par le chercheur dans la mesure où il résulte d'une négociation cachée entre élèves et professeur.

L'installation de la paix scolaire participe au processus de dévolution mais relève aussi de l'ensemble de l'acte d'enseignement.

Elle se différencie de la gestion générale de la classe, dont elle fait partie, étant liée aux éléments de gestion qui contribuent d'une part à installer la paix sociale, d'autre part à faire en sorte que les élèves adhérent au projet de l'enseignant. La gestion générale de la classe, liée à l'activité du professeur lors du déroulement, ne se limite pas à l'installation de la paix scolaire. Elle est beaucoup plus vaste puisqu'elle concerne entre autres l'organisation des interactions (entre professeur et élèves ou entre élèves), des aides, des différents moments (ceux où les élèves travaillent, ceux où le professeur expose), de leur durée…Dans le paragraphe suivant sur la méthodologie, nous indiquons comment nous étudions cette dimension dans les pratiques des professeurs des écoles.

3. Exercer une vigilance didactique

Nos analyses des pratiques observées 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 leur transmission, le professeur pouvant rester soit dans un rapport au savoir de type élève, soit dans un rapport de type expert. D'autres connaissances en particulier de type didactique sont nécessaires à l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. Cela nous amène à définir ce que nous appelons 'la vigilance didactique' comme une sorte d'ajustement didactique permanent de la part du professeur faisant appel aux deux composantes cognitive et médiative des pratiques et s'exerçant dans les trois niveaux global, local et micro.

Exercer une certaine vigilance didactique met en jeu des connaissances mathématiques et didactiques nécessaires pour enseigner. Les connaissances mathématiques ne sont pas seulement académiques, elles doivent être finalisées pour l'enseignement. Les connaissances didactiques contribuent à une bonne perception des enjeux d'apprentissage des situations et de leur organisation en vue de l'enseignement de savoirs mathématiques. Elles peuvent être de plusieurs types. Il y a d'abord des résultats ou faits didactiques, mis en évidence par la recherche et qui ne sont plus contestés, des sortes de 'petits théorèmes de didactique', par exemple les incidences de conceptions erronées des nombres décimaux sur la mise en ordre de tels nombres. Il y a ensuite des outils permettant de lire le réel, issus de la didactique des mathématiques mais transformés en vue de l'action d'enseigner. Ces outils consistent par exemple, en amont de la classe, en la mise en œuvre d'un minimum d'analyse a priori pour identifier le savoir mathématique en jeu dans la situation, les variables didactiques et leur incidence sur les procédures et les résultats des élèves. Pendant la classe, ils concernent le repérage des procédures, le fait de savoir identifier parmi la diversité des productions des élèves celles sur lesquelles on va pouvoir s'appuyer pour les conduire à une procédure de réussite. Ils concernent aussi l'exploitation des procédures, leur hiérarchisation, la mise en œuvre d'une institutionnalisation s'appuyant sur le travail des élèves. Ces connaissances, finalisées par l'action d'enseigner sont liées aux grandes étapes du cheminement cognitif des élèves. Elles fonctionnent en actes pendant la séance, leur absence pouvant se révéler source de différenciation. Elles peuvent être de statut différent selon qu'elles sont liées à l'action, à la formulation, à la validation ou à la preuve.

Ces différentes connaissances mathématiques et didactiques s'opérationnalisent dans l'action du professeur pour réaliser des tâches. La vigilance didactique est liée aux différentes tâches d'enseignement de contenus mathématiques situées en amont de l'action en classe, pendant l'action en classe ou après la classe ainsi qu'aux différentes manières de les réaliser.

Ces différentes manières relèvent de la composante médiative et des niveaux local et micro des pratiques. Elles concernent en particulier les routines. Ce sont des routines de type 3 selon la classification établie par Butlen et Masselot (2001) car elles sont en relation avec les contenus mathématiques enseignés. Quand la tâche n'est pas nouvelle car identique ou semblable à d'autres déjà rencontrées, le professeur met en œuvre une routine constituée d'activités plus élémentaires, les gestes. Lorsque la tâche est vraiment nouvelle ou problématique, le professeur peut ne pas disposer de routine et la réaliser de manière improvisée.

La vigilance didactique est donc à la fois du côté du savoir mathématique, des connaissances didactiques et de leur mise en fonctionnement dans l'acte d'enseigner. Elle se distingue de la vigilance épistémologique car elle n'est pas uniquement centrée sur le contenu, mais aussi sur l'action du professeur, notamment en classe. Une 'bonne ' vigilance didactique assure un déroulement de classe piloté prioritairement par les mathématiques, 'au plus près' des apprentissages visés.

Comme la paix scolaire, la vigilance didactique ne concerne pas uniquement l'enseignement en ZEP. La notion s'étend aux classes ordinaires. Toutefois, comme nous le verrons dans les exemples du paragraphe 5, il semble qu'en ZEP son insuffisance peut être plus grave car source de différenciation.

Dans le paragraphe suivant, nous expliquons comment nous étudions dans les pratiques l'exercice plus ou moins grand d'une vigilance didactique.

METHODOLOGIE

Nous avons travaillé, pendant leurs deux premières années d'exercice, avec une dizaine de professeurs des écoles débutants, volontaires, affectés dans trois écoles de ZEP très proches, accueillant des élèves de milieux sociaux particulièrement défavorisés. Selon leur objet, les différentes situations de formation ont été proposées soit au début, soit tout au long de l'accompagnement. Les professeurs concernés ont été observés par les chercheurs en moyenne huit fois sur les deux années. Les chercheurs étaient généralement au fond de la classe et n'intervenaient pas au cours des séances. Cependant, ils pouvaient circuler, notamment pour observer le travail des élèves et leur demander éventuellement des explications sur leurs productions. Des entretiens individuels, sur la base de questions préparées par les chercheurs, ont par ailleurs été réalisés[8]. A chaque fois, ces travaux ont donné lieu à des enregistrements audio ou vidéo qui constituent notre recueil de données. Dans ce qui suit, nous expliquons comment nous analysons les séances, puis comment, à partir de là, nous dégageons une description globale des pratiques de l'enseignant selon cinq niveaux.

1. Choix des indicateurs retenus dans les analyses de séances en classe

Nous prenons en compte des indicateurs qui permettent de caractériser les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves. Ces mathématiques potentiellement fréquentées dépendent des grands choix stratégiques du professeur. En particulier, elles diffèrent selon la proximité de sa pratique avec tel ou tel i-genre.

Le i-genre 3 proposant des mathématiques qui nous semblent a priori plus riches, car donnant davantage de sens aux notions, que celles proposées par les autres i-genres, ces indicateurs ont été

---

[8] Le questionnaire comportait 4 rubriques : une sur les conceptions des professeurs sur les élèves de ZEP et sur l'enseignement de mathématiques qui peut leur être proposé, une sur le travail de l'enseignant (élaboration de son projet, choix des activités, gestion de la classe, évaluation des élèves…), une sur le cursus universitaire et les effets de la formation initiale reçue, et une dernière sur l'environnement social et institutionnel spécifique aux ZEP.

construits pour permettre de mesurer des distances aux différentes caractéristiques de cet i- genre que nous prenons comme référent. Précisons qu'il s'agit d'une référence et non d'un modèle, prendre une référence nous paraissant indispensable pour situer les pratiques observées et les comparer. Ce choix parmi d'autres se justifie essentiellement selon deux critères. D'une part, comme nous l'avons dit, un enseignant dont la pratique relève du i-genre 3 propose à la fréquentation de ses élèves des problèmes plus consistants, et donc a priori meilleurs vecteurs d'apprentissages. D'autre part, ces pratiques existent, nous les avons observées, même dans des ZEP très difficiles[9]. Elles sont donc viables.

Les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves

Nous avons défini plusieurs indicateurs relevant des composantes cognitives et médiatives, concernant la situation mathématique, la mise en acte de cette situation et les interactions maître/élève. Bien entendu, l'inscription dans les programmes (composante institutionnelle) est implicite.

La situation mathématique

La qualité du problème : existence et nombre de réels problèmes proposés aux élèves c'est-à-dire tels que 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) formes(s) ?

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

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

La mise en actes de la situation

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

---

[9] Chez deux professeurs des écoles débutants et un professeur des écoles maître formateur en ZEP

Le moment de la prescription de la tâche : il s'agit d'évaluer s'il y a négociation de la tâche c'est-à-dire 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. On s'intéresse en particulier aux leviers relevant du savoir ou non utilisés pour cet enrôlement.

Le moment de la recherche : il s'agit de mesurer la part laissée à l'initiative des élèves : existence d'un temps de recherche, durée, 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 prenons en compte 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 contenu mathématique, leur adéquation avec le scénario mis en œuvre et la (ou les) notion(s) visée(s), leur degré de dépersonnalisation et de décontextualisation.

Les interactions maître/élèves

Nous nous proposons de les analyser en prenant en compte 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.

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. Nous présentons en annexe 1 un exemple d'utilisation de cette grille dans le cas d'une seule séance menée par un professeur des écoles observé (Christine).

Cette grille nous permet aussi de repérer l'évolution éventuelle des enseignants au cours des deux années d'accompagnement. Cette évolution peut apparaître dans différents éléments de sa pratique : projet de l'enseignant concernant en particulier le choix et l'adaptation des situations, mise en actes de ce projet c'est-à-dire 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. Analyses globales des pratiques (niveaux et dimensions)

Pour analyser les pratiques, nous avons été amenés à définir, en référence au i-genre 3, une échelle comportant cinq niveaux qui, s'ils sont atteints, pourraient favoriser les apprentissages mathématiques des élèves. Rappelons qu'il s'agit d'une référence et non d'un modèle. Pour chaque niveau, nous apprécions la plus ou moins grande proximité entre la pratique étudiée et celle de référence (i-genre 3).

Nous reconstituons les pratiques selon les différents niveaux à partir des analyses utilisant la grille présentée précédemment. La lecture horizontale des différentes rubriques, pour toutes les séances observées, nous permet de déterminer si le professeur atteint ou non les quatre derniers niveaux. Par exemple, pour le niveau 2, nous prenons essentiellement en compte les rubriques de la 'situation mathématique', celles du moment de prescription de la tâche et du moment de recherche des élèves ainsi que celles des interactions en classe pendant ces moments. Nous complétons cette utilisation de la grille par l'analyse des manuels utilisés et des divers entretiens réalisés avec les professeurs débutants concernés par notre recherche.

Le premier niveau concerne l'installation de la paix scolaire. Il est particulier dans la mesure où il est diffus dans toute l'action du professeur, notamment pendant la classe. Dans ce qui suit, nous définissons des indicateurs propres permettant de déterminer si la paix scolaire est ou non installée. Les quatre autres niveaux correspondent davantage à certains moments de l'activité du professeur où il exerce sa vigilance didactique.

Premier niveau : installation d'une paix scolaire

La paix scolaire doit être en partie obtenue pour atteindre et dépasser les autres niveaux. Les indicateurs de son installation sont ainsi à inclure dans ceux des autres niveaux mais réciproquement les modalités de dépassement d'un niveau donné contribuent à la paix scolaire. C'est en cela que nous pouvons dire que ce premier niveau est un peu à part par rapport aux autres dans la mesure où il est 'partout dense' dans la pratique du professeur.

Pour savoir si la paix scolaire est installée dans une classe, nous utilisons plusieurs indicateurs soit de la paix sociale, soit de l'adhésion des élèves au projet du professeur. Les indicateurs du premier type sont le nombre de rappels à l'ordre, leur longueur, le niveau sonore dans la classe, le respect de la parole de l'autre à la fois en termes d'écoute et de prise de parole. Les indicateurs du second type sont le temps consacré à l'enrôlement, le nombre d'élèves effectivement engagés dans la tâche, le temps de travail autonome de ces élèves. De façon plus générale, il s'agit de déterminer qui décide de l'avancée du temps didactique, le professeur ou les élèves. Tous ces indicateurs proviennent de l'observation effective des classes et de l'analyse des protocoles correspondants.

Deuxième niveau : proposition de problèmes consistants et aménagement de temps de recherche

Le deuxième niveau se caractérise par l'installation d'un climat de travail mathématique et éventuellement d'habitudes de communication dans la classe. Il est atteint lorsque le professeur propose aux élèves fréquemment, voire systématiquement, des problèmes mathématiques consistants, porteurs de sens, les engageant dans une réelle recherche. Notons que la détermination du caractère de consistance met en jeu de la part du chercheur une analyse du savoir mathématique correspondant. Le professeur peut adapter des situations issues de manuels mais sans remettre en cause les enjeux en termes de savoir et d'apprentissage (objectifs relatifs au contenu mathématique visé et procédures susceptibles d'être mises en œuvre). Un autre indicateur de ce deuxième niveau concerne l'existence et la gestion du temps de recherche accordé aux élèves : d'une part, ce dernier est relativement significatif, d'autre part, les aides éventuelles apportées ne s'accompagnent pas d'une réduction des exigences.

Les trois niveaux suivants sont essentiellement liés aux différentes rubriques de « la mise en actes » de la grille concernant le moment de synthèse et d'institutionnalisation ainsi qu'à celles des « interactions en classe ».

Troisième niveau : explicitation des procédures

Le troisième niveau concerne la place donnée aux élèves et à leurs productions effectives dans les moments de mise en commun des réponses, de validation de celles-ci et d'explicitation des procédures (menant ou non à la réussite). Nous disons que le professeur atteint ce niveau lorsqu'il permet aux élèves d'exposer leurs procédures au cours d'une phase collective. Ce travail d'explicitation se fait d'autant plus facilement que le professeur a instauré un climat de communication dans la classe. Les élèves ont l'habitude de revenir sur leur travail, d'expliquer leur démarche, de questionner l'enseignant ou leurs pairs sur le travail à produire ou produit, de s'exprimer par rapport aux erreurs rencontrées, etc.

Quatrième niveau : hiérarchisation des procédures et synthèse

Le quatrième niveau est atteint lorsque le professeur procède à la hiérarchisation des productions des élèves et ménage des phases de synthèse contextualisées. Notons que cette hiérarchisation peut prendre en compte, selon la situation proposée, différents facteurs : l'efficacité et la validité de la procédure, son économie en terme de temps de résolution, de coût cognitif, la nature et le degré d'expertise des savoirs mobilisés. Plusieurs élèves peuvent s'être engagés dans la même procédure sans être tous parvenus au résultat correct. L'enseignant ayant atteint ce niveau est capable de distinguer procédure, manière de la mettre en œuvre et réponse.

Cinquième niveau : institutionnalisation

Le cinquième niveau se caractérise par le fait de proposer une institutionnalisation des savoirs ou méthodes en jeu dans la situation, par une décontextualisation et une dépersonnalisation mais aussi par une réorganisation des savoirs visités, notamment en terme d'ancrage du nouveau dans l'ancien.

L'observation de plusieurs séances est nécessaire pour estimer si un professeur atteint ou non ces différents niveaux. Notons qu'ils ne concernent pas forcément toutes les séances de mathématiques. Si le niveau 1 (la paix scolaire) concerne toutes les séances, il n'en est pas de même des niveaux 3 et 4 : en effet une séance proposant le travail spécifique d'une technique ne se prête pas vraiment à une explicitation des procédures suivie d'une hiérarchisation. De plus, les critères qui permettent de les identifier ne sont pas de même nature du point de vue du chercheur. Alors qu'il est relativement aisé d'estimer si les trois premiers sont atteints partiellement ou totalement, les deux autres sont davantage marqués par la nature des problèmes proposés, par l'histoire de la classe, notamment par l'avancée du temps didactique, voire par des contraintes institutionnelles. L'analyse a posteriori ne peut suffire ; c'est en fait la comparaison entre les choix contextualisés de l'enseignant et le choix qu'aurait fait le chercheur sur la base d'une analyse a priori et prenant en compte a posteriori le contexte global (situation proposée et productions effectives des élèves) qui permet de décider.

Nous utilisons le terme de niveau sans pour autant proposer un modèle totalement ordonné, surtout par rapport au niveau 1. Ainsi un professeur dont la pratique relève du i-genre 3 observé dans notre recherche sur les pratiques ordinaires, atteint le niveau 5 alors que l'installation de la paix scolaire reste problématique. Les niveaux 2 à 5 sont davantage hiérarchisés, mais certaines caractéristiques d'un niveau peuvent être présentes[10] sans que le niveau qui le précède soit totalement atteint.

Comment la vigilance didactique s'exerce par rapport à ces différents niveaux

Pour estimer le degré de vigilance didactique du professeur des écoles, nous définissons des indicateurs correspondant à son activité avant, pendant et après la classe. Ces indicateurs sont liés à nos cinq niveaux d'analyse des pratiques. Notons que certains figurent dans la grille d'analyse des séances observées (Annexe 1).

En amont de la classe, ces indicateurs concernent la consistance des problèmes proposés ainsi que la qualité de l'analyse a priori du professeur[11]. Cette qualité est appréciée de plusieurs points de vue : adéquation du problème avec la (les) connaissance(s) visée(s)[12], gestion a priori de la séance mettant en relation choix des variables didactiques, anticipation des procédures et performances des élèves, prévision des aides en cas de difficultés. Nous regardons aussi comment le professeur situe les connaissances nouvelles par rapport aux anciennes et comment il place sa séance (niveau local) dans un projet global sur le thème mathématique travaillé. En amont de la classe, la vigilance didactique intervient donc au niveau 2 mais aussi dans les trois autres niveaux (3, 4 et 5) anticipés dans les prévisions de l'enseignant.

Pendant la classe, outre un maintien de ses exigences, la vigilance didactique du professeur des écoles s'exerce dans sa capacité à décoder les cheminements cognitifs des élèves par rapport à son projet initial. Cela suppose de savoir lire et interpréter leurs productions et d'ajuster en conséquence ses décisions d'enseignant en fonction du

---

[10] Par exemple, un des professeurs observés (Christine) tente des institutionnalisations faibles (niveau 5) alors que le niveau 4 n'est pas du tout atteint

[11] Telle que nous pouvons la reconstituer à partir des scénarios mis en œuvre, car nous n'y avons pas directement accès.

[12] Le problème amène t-il à une construction par l'élève de la connaissance visée ? Ou est-ce un problème de réinvestissement ?

déroulement effectif de la séance[13]. La vigilance didactique est aussi liée à la capacité à faire expliciter les procédures, à les hiérarchiser et à en faire une synthèse. En particulier, le professeur est amené à identifier, même si elles sont très partielles, les procédures sur lesquelles il pourra s'appuyer pour conduire les élèves à la réussite. Notons que ce choix se fait en grande partie pendant le temps de recherche qui correspond au niveau 2, mais participe des niveaux 3 et 4.

La vigilance didactique s'exerce enfin dans la capacité du professeur à institutionnaliser à partir de la synthèse précédente et à dérouler le bon texte du savoir, conforme à la fois au projet d'enseignement, aux exigences institutionnelles et aux cheminements cognitifs des élèves. Nous regardons si cette institutionnalisation utilise le vocabulaire adéquat, assure l'ancrage du nouveau dans l'ancien et apporte une certaine décontextualisation. Pendant la classe, la vigilance didactique intervient donc de manière déterminante aux niveaux 3, 4 et 5.

Après la classe, elle s'exerce dans la régulation des activités proposées, dans les adaptations de la progression aux réussites ou aux difficultés des élèves, en particulier dans le choix des exercices de réinvestissement.

Notons que nous nous intéressons essentiellement à l'activité du professeur pendant la classe. Des tâches situées en amont, nous ne regardons que celles relatives au choix de la situation proposée par la suite en classe. De même nous ne nous sommes pas vraiment intéressés aux activités du professeur après la classe, concernant les adaptations et la régulation. D'ailleurs, pour le faire, il faudrait observer le professeur sur une suite de séances relativement longue.

DIFFERENTES MODALITES CHEZ LES DEBUTANTS POUR INSTALLER LA PAIX SCOLAIRE

Nous donnons quelques exemples de différentes modalités possibles pour installer plus ou moins complètement la paix scolaire. Elles concernent des professeurs des écoles débutants ayant participé au

---

[13] Par exemple, les aides peuvent être celles prévues initialement mais aussi des aides « à chaud » non prévues mais ajustées à la réalité.

dispositif d'accompagnement[14]. Ces modalités sont le fruit d'une recomposition effectuée par le chercheur à partir des indicateurs propres définis précédemment et des différentes observations de classes.

1. Aurelie : la paix scolaire grâce a un environnement mathématique de qualité

Dans sa classe de CM1 (9-10ans), Aurélie réussit à installer la paix scolaire au prix de nombreux rappels à l'ordre, mais aussi en proposant à ses élèves un environnement mathématique de qualité se caractérisant par des problèmes consistants proposés aux élèves[15] et une gestion serrée de la classe.

De manière relativement invariante, avant la phase de mise en commun, Aurélie fait toujours un rappel à l'ordre ferme s'adressant à toute la classe. Elle assure ainsi les conditions pour que les élèves soient le plus attentifs possible pendant cette phase. Progressivement au cours de la première année, le climat se détend un peu mais la professeure reste toujours très vigilante. Le nombre de rappels à l'ordre relevés, pour une séance d'environ une heure, passe de quarante au mois de janvier (soit dix tous les quart d'heure) à dix en juin. L'équilibre qu'Aurélie réussit à construire est très fragile, ce qui explique qu'elle ne tolère que très peu de bruit (par exemple, lors du travail en groupes, les élèves n'ont le droit que de chuchoter) et rappelle à l'ordre au moindre manquement.

Grâce à une grande opiniâtreté, Aurélie réussit à installer la paix scolaire. Cette réussite concerne la gestion des comportements des élèves (problèmes de discipline) c'est-à-dire la paix sociale mais aussi la socialisation des élèves et finalement leurs apprentissages.

En effet, les élèves de la classe d'Aurélie ont visiblement acquis des habitudes de travail au cours de la première année : chercher sans l'aide du professeur, expliciter sa démarche et ses résultats par écrit sur une grande feuille, les commenter oralement devant l'ensemble de

[14] Il s'agit d'Aurélie (CM1 puis CM1/CM2 non ZEP), de Christine (CE1 puis CP), de Vanessa (CE1/CE2 puis CE2/CM1), d'Aude (CM1 les deux années), de Valentin (CE1 puis CP) et de Floriane (CE1 les deux années). Ces professeurs des écoles sont ceux pour lesquels les observations ont été les plus significatives, tant du point de vue de l'installation de la paix scolaire que de l'exercice de la vigilance didactique.

[15] Aurélie travaille essentiellement à partir de la collection ERMEL (Hatier) issue des recherches de l'INRP (Institut national de Recherche pédagogique). Des exemples de problèmes proposés sont donnés dans la partie 5.

la classe, écouter, reformuler et critiquer celles des autres, attendre relativement calmement que les autres aient terminé. Ces différents moments, répétés à maintes reprises au cours de l'année sont devenus rituels, familiers, incontournables pour les élèves qui finissent par s'y plier sans trop résister. En effet, dès que la consigne est donnée, les élèves s'engagent plutôt facilement dans le travail ce qui révèle un climat de confiance réciproque et une adhésion au projet de l'enseignante.

En proposant presque systématiquement des phases collectives de mise en commun, en incitant les élèves à expliciter leurs procédures et à écouter celles des autres, Aurélie effectue un réel travail de socialisation qui ne se fait pas au détriment des apprentissages mais au contraire contribue à les faire progresser. Une fois surmontée la difficulté liée à la gestion des phases collectives en ZEP (difficiles à réaliser, voire impossible dans certaines classes), ces phases peuvent finalement se révéler propices aux apprentissages. Mais cela demande beaucoup de conviction, de volonté et d'opiniâtreté de la part du professeur et les effets n'apparaissent que sur le moyen terme (une année scolaire).

Ce travail de socialisation a tout de même des limites dans la mesure où les effets en sont faibles en dehors de la classe. Au cours des échanges entre pairs et avec les chercheurs consécutifs aux observations, Aurélie déclare qu'en ZEP, la surveillance des récréations est particulièrement pénible car la violence comprimée en classe éclate alors. Elle reconnaît devoir consacrer régulièrement dix minutes après chaque récréation pour régler en classe les conflits entre élèves. Les règles de vie patiemment élaborées à l'intérieur de la classe ne sont plus respectées à l'extérieur.

2. Christine : la paix scolaire grâce à un climat de confiance et de communication

Dès la première année, en CE1 (7-8ans), Christine réussit à établir un climat de confiance dans sa classe qui lui permet d'installer la paix scolaire. Elle instaure des habitudes de communication entre elle et les élèves mais aussi entre élèves : ces derniers sont attentifs et très sollicités, en particulier pour donner leur avis sur tout ce qui les préoccupe mais aussi sur les productions de leurs pairs. Cela s'accentue lors de la seconde année, où ses élèves de CP peuvent poser des questions avant de se lancer dans une recherche et sont amenés à expliciter les erreurs commises par leurs pairs[16]. Cette démarche concourt à dédramatiser l'erreur. Notons que, de façon générale, la gestion de classe de Christine est plus collective qu'individuelle. Elle déclare d'ailleurs que les élèves de ZEP ont plus besoin de repères, d'encadrement que d'un suivi individualisé.

3. Vanessa et Aude : la paix scolaire grâce a une certaine complicité avec les élèves

Vanessa réussit à installer la paix scolaire dans sa classe de CE1/CE2 en instaurant une certaine complicité avec ses élèves. La qualité de communication à l'intérieur de sa classe est davantage liée à une valorisation importante de ces derniers, à une volonté de rester proches d'eux (notamment du point de vue des formulations) qu'à la richesse de l'environnement mathématique proposé.

Ainsi, à l'intérieur même des tâches mathématiques proposées, les personnages acteurs fictifs dans les énoncés de problèmes posés par Vanessa portent souvent le prénom d'enfants de la classe. Ils peuvent même mettre en scène des évènements de leur vie personnelle ou familiale comme le montre les exemples ci-dessous :

Prob 20 :

Osiris pèse 41 KG. IL prend son chat dans ses bras et voit sur la balance 52 KG. Combien pèse son chat? (Je pense que son chat pourrait faire un régime...) Pas vous?

Je vous souhaite bon courage. (et je voudrais une bonne note, s'il-vous-plaît).
N'allez pas trop vite ... votre maîtresse.

Enoncé 1 : Olivia a acheté des fruits. Dans son panier il y a 15 pommes, 12 oranges, 30 abricots et 27 poires. Combien de fruits y a t

[16] Par exemple, lors des séances de calcul mental sur l'ardoise, Christine a mis en place la routine suivante : elle relève les ardoises avec les résultats erronés et une ardoise avec le résultat juste. Elle expose ces ardoises au tableau et demande aux élèves de s'exprimer à leur propos. Ces derniers sont donc amenés à revenir sur leurs erreurs et sur celles de leurs pairs et à les expliciter.

> il ?
> Enoncé 2 : Osiris a 53 billes. Jean- Christophe en a 8 de plus qu'Osiris. Combien en a Jean-Christophe ?

Aude a installé la paix scolaire dans sa classe de CM1 sur la base d'une certaine complicité mais aussi d'une certaine théâtralité. Elle est fréquemment amenée à rappeler certains élèves par un froncement de sourcils ou un rappel à l'ordre oral ferme le plus souvent suivis d'un sourire montrant qu'elle n'est pas vraiment en colère et qu'elle 'pardonne'. Les activités de calcul mental semblent des moments importants de négociation de cette paix scolaire. Elle obtient souvent une adhésion des élèves à son projet d'enseignement en signalant le degré de difficulté des exercices proposés. Cela lui permet soit de les rassurer et de maintenir un certain degré d'exigence et de performance (dans le cas où l'exercice est considéré comme facile), soit de les mobiliser dans le second cas. Dans une certaine mesure, cette professeure peut donner l'impression aux observateurs que l'adhésion des élèves relève d'une certaine mise en scène ou d'une théâtralité. Elle joue sur des mimiques, des sourires, alternant rappels collectifs et individuels de règles de travail, exigence et moments durant lesquels elle rassure les élèves (là encore sur un mode collectif ou individuel selon les cas).

4. Valentin et Floriane : une tension perdure dans leur classe tout au long des deux années

Valentin ne réussit pas complètement à installer la paix scolaire. Une certaine tension perdure dans sa classe due en particulier à des exigences fortes de discipline qui le contraignent à de nombreux rappels à l'ordre qui, en tant qu'observateurs, ne nous apparaissent pas toujours justifiés ou arrivant à bon escient. Notons que ces exigences sont peut-être pour lui une façon de garantir sa légitimité.

Des difficultés de gestion sont relevées au moment des changements de tâches. Par exemple, lors d'une séance observée, les rappels à l'ordre sont particulièrement importants à trois moments : à la fin de la phase de recherche quand le professeur veut rappeler un élément de la consigne, juste avant la mise en commun pour attirer l'attention des élèves et à la fin de la séance pour sortir dans le calme. De plus, Valentin met au même niveau toutes ses exigences concernant le comportement des élèves, la tenue du cahier et les mathématiques. Les questions matérielles envahissent le temps qui devrait être consacré à la tâche mathématique et nuisent à l'enrôlement des élèves. Enfin, on observe des temps morts dans lesquels ces derniers s'engouffrent rapidement notamment au moment de la mise en commun. De façon générale, le flou qui caractérise la gestion de cette phase, mais surtout celle de la synthèse favorise l'agitation des élèves et nuit à leur enrôlement.

Cependant l'évolution perceptible dans le choix des situations et la reconnaissance de leur richesse garantissent progressivement à Valentin un plus grand 'confort' notamment lors de la gestion des phases de recherche. Par exemple, lors d'une séance observée dans sa classe de CE1 au cours de la deuxième année, Valentin propose différentes situations de partage pour lesquels les élèves doivent déterminer la valeur d'une part. La conduite de la séance l'amène à jouer sur l'alternance de phases collectives/individuelles, écrites/orales, ce qui lui permet de maintenir le rythme et de garantir l'enrôlement des élèves. Il est alors plus disponible pour prendre en compte leurs productions effectives et les amener à s'exprimer sur la validité de leurs réponses. C'est en cela que l'on peut dire que la question de la paix scolaire et des conditions inhérentes à son installation permet de poser plus finement celle des liens entre apprentissages des élèves et confort de l'enseignant.

Toutefois, au cours de cette même séance, Valentin ne réussit pas à gérer les phases de mise en commun, synthèse et institutionnalisation. Cela se traduit par un nombre important de rappels à l'ordre destinés à ramener le calme et à maintenir l'attention des élèves, mais qui masquent les propos relatifs aux mathématiques.

Floriane ne réussit pas non plus à installer complètement la paix scolaire dans sa classe de CE1. Lors de la dernière séance observée, on compte entre 30 et 40 rappels à l'ordre surtout au début pour mettre les élèves dans une posture de travail et à la fin quand les élèves doivent quitter la classe. La classe est très agitée, les élèves travaillent tout de même mais dans le bruit et certains sont loin d'être attentifs. D'ailleurs Floriane déclare que sans la présence des observateurs, elle aurait arrêté et revu collectivement les règles de comportement affichées dans la classe. Les élèves sont ainsi en partie maîtres du temps. Chaque jour, entre 5 et 10 minutes sont consacrées à régler un conflit après un retour de récréation.

Les nombreux rappels à l'ordre montrent pourtant que Floriane a une volonté forte d'amener ses élèves dans une posture de travail et d'écoute de l'autre. Elle fait parallèlement un travail de socialisation important, notamment en demandant très souvent à ses élèves (pas seulement en mathématiques) de travailler par groupes de 2 (ou plus) : « on cherche ensemble et s'il y en a un des deux qui trouve, il explique à son partenaire comment il a trouvé le résultat… Je ne veux pas entendre ‘j’ai trouvé’, mais ‘nous avons trouvé’ ».

EXERCER UNE VIGILANCE DIDACTIQUE PLUS OU MOINS GRANDE AUX DIFFERENTS NIVEAUX : DES EXEMPLES DE DEBUTANTS

Dans cette partie, nous illustrons par des exemples quelles incidences une vigilance didactique plus ou moins grande peut avoir sur les pratiques des professeurs des écoles et par conséquent sur les apprentissages des élèves. Les exemples choisis correspondent aux niveaux 3, 4 et 5.

1. Exercer une vigilance didactique plus ou moins grande lors de la synthèse et de l’institutionnalisation : les exemples d’Aurélie, de Christine et d’Elise (niveaux 4 et 5)

Exemple d’Aurélie : une vigilance didactique de tous les instants

La vigilance didactique dont fait preuve Aurélie se traduit par la consistance des problèmes proposés aux élèves, mais surtout par sa capacité à lire, interpréter et hiérarchiser leurs procédures même si cette hiérarchisation n’est pas imposée autoritairement.

Détaillons l’exemple de la séance d’approche de la division (Seconde observation : le jeu de la cible). La première tâche à réaliser est de déterminer le nombre de sauts de 6 cases nécessaires pour atteindre ou s’approcher le plus possible de la case 80 d’une piste numérique. Les élèves travaillent par deux. Certains commencent par dessiner et compter les sauts puis leurs procédures évoluent vers des calculs additifs ou multiplicatifs parfois légèrement induits (dans deux cas au moins, par un questionnement de la professeure s’adressant particulièrement à un binôme donné)

Les différentes procédures mobilisées par les élèves sont exposées dans l’ordre suivant.

i. - Une procédure P1 de dénombrement de 6 en 6 débouchant sur un arbre de calcul additif de doubles (48 + 24 + 6 = 78) puis sur l’énoncé du nombre de sauts nécessaires (13) comme « nombre de 6 »

ii. - Une procédure de comptage de 6 en 6 jusqu’à 84 puis l’énoncé du nombre de sauts : 14 dont un saut de 2 déterminé à l’aide de la soustraction 84 - 4 = 80.

iii. - Des procédures utilisant systématiquement les produits de la table de multiplication depuis 6 × 1 = 6 jusqu'à 6 × 13 = 78. Notons que pour beaucoup d'élèves, le nombre de sauts est obtenu en comptant le nombre de lignes de la table. D'autres reconnaissent 13 sauts dans l'écriture 6 × 13 = 78. C'est cette dernière procédure qui est privilégiée par la professeure.

iv. - Deux procédures utilisant des tables d'addition (l'une à partir de 0 + 6 = 6, l'autre à partir de 6 + 6 = 12), le nombre de sauts correspondant au nombre de lignes avec réajustement si nécessaire. Aurélie intervient alors pour faire le lien avec la méthode multiplicative « 6 + 6, ça s'écrit aussi 6 × 2 »

v. - Une procédure de comptage de tête de 6 en 6 avec un dessin des sauts. Aurélie la rattache aux procédures additives précédentes « ça c'est des « + » avec un dessin, ça c'est des « + » avec une phrase ».

vi. - Une procédure multiplicative optimisant le calcul de produits (à partir de 6 × 10). C'est l'occasion pour l'enseignante de rappeler la règle de multiplication par 10. Elle fait reformuler la méthode par une autre élève et, s'appuyant sur le nombre de calculs de chacune des méthodes exposées fait prendre conscience aux élèves que cette dernière est la plus rapide.

Des procédures additives ou utilisant le calcul mental de 6 en 6 sont donc exposées après des procédures multiplicatives ; toutefois, c'est bien la procédure la plus experte qui est exposée en dernier. Aurélie la privilégie car elle est « la plus rapide ».

> E1 : On a fait directement 6 × 10 = 60, après on a fait 6 × 11 = 66, 6 × 12 = 72 et 6 × 13 = 78
> P : Donc en fait eux, au lieu de faire tout le début, ils sont partis directement de 6 × 10 = 60. Pourquoi c'est plus rapide.
> E1 : Parce que ça va plus vite, parce qu'on gagne 10 opérations
> P : On gagne 10 opérations en faisant 10 directement. S. ?
> E2 : On sait que si on multiplie n'importe quel nombre par 10, on rajoute le 0
> P : Très bien, donc il y a la règle des 0.
> E2 : Pourquoi alors on fait pas 8 × 10 = 80
> P : Parce qu'on fait des bonds de…
> E2 : 6
> P : Donc on peut pas faire 8 × 10, d'accord. Donc ils ont eu l'idée de faire directement 6 × 10. Avec la règle des 0, ils ont 60, N. Assieds-toi, M. regarde le tableau. Et ben M., explique-moi la méthode. Je t'écoute, je viens de l'expliquer.
> E : Ils ont commencé de 6 × 10
> P : Pourquoi ?
> E : Pour pas perdre plus de temps

> P : Et pourquoi c'est facile 6 × 10 ?
> E : Parce que ça fait 60
> P : Comment tu le sais ?
> E : Parce que dans la table de 10, par exemple on dit 1 × 10, on prend le 1 et on rajoute le 0 du 10
> P : Très bien. Donc en fait ils ont fait combien d'opérations eux ?
> E : 1, 2, 3, 4
> P : 4 opérations. Ici, il y en a eu 13. Ici, comme ils n'ont pas compté les premiers, il y en a eu 10. Ici, y'en a eu 13. Ici, y'en a eu un peu moins. Donc à votre avis quelle est la méthode la plus rapide ? D'accord donc on va réessayer, je vais vous redonner un nombre et vous allez essayer de vous en approcher le plus possible, avec la méthode que vous voulez. »

Notons que l'enseignante n'impose pas à ses élèves la procédure la plus experte dans l'exercice de réinvestissement (atteindre la cible 85 par sauts de 7) « …avec la méthode que vous voulez ». Mais de nouveau, au moment de la mise en commun, elle la privilégie par rapport aux autres en la présentant comme plus économique, « comportant beaucoup moins de calculs ».

Il y a donc bien une hiérarchisation des procédures, mais qui n'est pas imposée autoritairement. Cela peut s'expliquer par le fait qu'Aurélie ne veut pas brusquer ses élèves. Elle a le souci de leur laisser une part d'initiative, de valoriser certains ne maîtrisant peut-être pas complètement la technique opératoire de la multiplication. De plus, grâce au choix des valeurs numériques, elle pourra de toute façon les amener à optimiser leurs procédures.

Au cours des échanges entre pairs et avec les chercheurs, Aurélie se montre consciente de sa manière de faire : commencer par interroger des élèves en échec sans trop s'attarder, regrouper des procédures semblables et exposer des procédures de la moins experte à la plus experte. Elle précise que le plus souvent elle essaie de justifier la procédure la plus experte et propose des exercices où les élèves peuvent la réinvestir.

> Alors en général, j'essaye de faire passer ceux qui ont raté pour voir pourquoi ils ont raté… Mais j'ai très peu de temps : le temps d'aller chercher les affiches, de leur demander de se taire… Mais souvent quand on va voir les affiches, je les lis un petit peu, 30 secondes, et comme ça, quand je les affiche, j'essaye de regrouper plus ou moins celles qui vont ensemble, celles qui ont fait à peu près la même technique. Puis j'essaye de me les mettre dans l'ordre comme ça…
>
> …J'essaie de voir ceux qui ont plutôt raté en premier puis ceux qui ont une méthode qui fonctionne, mais qui n'est pas la plus rapide ou la plus experte, pour finir par la plus experte. Et après j'essaie de leur faire voir… Des fois, quand je peux, souvent même, que les deux fonctionnent mais pourquoi y'en a une qui est mieux que l'autre.

> Alors après, quand y'en a une qui est mieux que l'autre, ils essaient de réinvestir. Y'en a qui n'avaient pas compris et qui préfèrent déjà la méthode moyenne, pas l'experte. Ils ne passent pas directement. Souvent, ceux qui n'avaient pas compris, ils passent par la moyenne, ceux qui sont à la moyenne, y'en a une bonne partie qui essaie une experte…mais quand on en fait plusieurs après, ils se disent « tiens, je finis après les autres » alors finalement ils essayent… Pour arriver finalement à la méthode experte.

La vigilance didactique dont elle fait preuve permet aussi à Aurélie de ne pas perdre de vue l'objectif mathématique de la situation. Cela la conduit en particulier à dépasser le stade des manipulations pour faire anticiper ses élèves comme lors de la séance sur la découverte des fractions grâce à la mesure de différentes longueurs (troisième observation) : il faut trouver la fraction quand on plie une bande de papier en deux une fois, deux fois, trois fois, quatre fois. Le même problème est ensuite posé avec le pliage en trois. Quand le pliage n'est concrètement plus possible, il devient un simple prétexte, mais il continue tout de même à donner du sens aux nouvelles écritures et Aurélie n'oublie pas que c'est cela qui est important.

Sa grande vigilance didactique lui permet enfin de proposer une institutionnalisation claire, utilisant le vocabulaire mathématique adéquat et suffisamment décontextualisée comme dans la séance sur les relations entre aire et périmètre (quatrième observation). Lors de cette séance, les élèves ont travaillé avec une figure jaune et une figure verte ayant même aire, car constituées des mêmes triangles équilatéraux, mais pas le même périmètre.

Voici la trace écrite élaborée avec les élèves qui tient lieu d'institutionnalisation :

> Titre de la leçon : aire et périmètre
> Mesurer un périmètre, c'est mesurer le tour de la figure (avec les exemples dessinés du carré et du rectangle)
> Deux figures peuvent avoir même aire comme la figure jaune et la figure verte, mais pas le même périmètre.
> Périmètre de la figure jaune : 16 unités de longueur
> Périmètre de la figure verte : 14 unités de longueur.

Exemple de Christine : un manque de hiérarchisation des procédures ; une institutionnalisation peu explicite

Chez Christine, le plus souvent, la phase d'explicitation collective des procédures apparaît improvisée, sans réelle anticipation. La professeure semble tâtonner et se laisser porter par l'action immédiate. Les productions validées sont toutes mises au même niveau, il n'y a pas de hiérarchisation explicite : le recours au matériel ou à la représentation est mis sur le même plan que le recours direct aux procédures numériques faisant intervenir les nombres et les opérations. Parmi celles-ci, les procédures expertes ou efficaces ne sont pas mises en valeur par rapport à des procédures plus primitives. Cette absence de hiérarchisation perdure même si cette dernière est plus ou moins sous entendue dans le manuel utilisé, notamment dans la liste ordonnée des procédures attendues des élèves proposée par les auteurs. Nous pouvons illustrer cela par un exemple. Ainsi lors de la troisième observation, « le problème des tours » proposé aux élèves de CE1 à résoudre par écrit par groupes de deux, est le suivant :

> Alex veut réaliser 5 tours qui auront toutes 4 cubes de hauteur. Combien doit-il demander de cubes ? Il faut qu'il commande juste ce qu'il faut, pas un cube de plus, pas un cube de moins.

Analyse a posteriori des productions des élèves :

Les 11 productions des binômes d'élèves (voir Annexe 2) peuvent se classer ainsi :

Non compréhension du problème : les élèves reprennent les données de l'énoncé sans les traiter. Productions (1) et (11)

Présence d'un dessin : Trois productions relèvent de cette catégorie. Il s'agit d'une part du dessin des 5 tours de 4 cubes sans calculs, ni réponses (productions (3) et (4)) et, d'autre part, du dessin des 5 tours de 4 cubes, sans calculs écrits mais avec une phrase dans laquelle la réponse 20 est donnée, production (8), qui sera validée par Christine : les commentaires des élèves montrent qu'ils ont, à partir du dessin, utilisé une procédure de calcul s'appuyant sur la connaissance des doubles (résultats mémorisés).

L'écriture additive n'apparaît pas et les élèves évoquent une procédure de comptage : Il s'agit du comptage de 1 en 1 pour arriver à 20, la réponse étant donnée dans une phrase, production (9), validée elle aussi, ou du comptage de 5 en 5 qui aboutit à la réponse 25, production (10) ou enfin du comptage de 4 en 4 avec réponse 20, production (2), validée.

L'écriture additive apparaît 'par morceaux' : Deux productions correspondant respectivement au cas où la réponse 20 est donnée, mais les calculs écrits sont incomplets (7) et à celui où la réponse 20 est donnée, mais l'addition réitérée est en deux parties (6) ; formellement l'écriture n'est pas correcte mais à la lecture elle est acceptable car elle traduit le comptage.

L'écriture additive est complète : la réponse 20 est obtenue par comptage de 4 en 4, production (5), validée par Christine.

Notons qu'il n'est pas facile d'établir une hiérarchie stricte entre toutes ces productions. Toutefois, parmi celles validées par Christine, une hiérarchie possible à partir de l'écrit (affiche) et des commentaires des élèves pourrait être, de la moins experte à la plus experte (selon l'analyse didactique des chercheurs) : comptage de 1 en 1 (9), comptage de 4 en 4 (2), dessin et référence au calcul dans les commentaires (8), comptage de 4 en 4 avec écriture additive complète (5).

Analyse du déroulement effectif

Lors de la mise en commun, les onze productions sont affichées au tableau simultanément et sans ordre apparent. La consigne pour les élèves est de les « regarder silencieusement » toutes pour « voir ce que chacun a écrit », de « trier ceux qui ont répondu à la question, ceux qui n'ont pas répondu à la question » puis « on va en discuter ensemble ».

Christine traite toutes les productions et les commente dans l'ordre où elles se présentent (1), (2), … (11) sans les trier a priori. Pour chaque affiche, elle procède de la même manière : elle demande aux deux élèves l'ayant produite de lire et d'expliciter leur production, puis demande à l'ensemble des autres élèves ce qu'ils en pensent. Après une courte discussion, la production est soit validée, soit « mise de côté ».

Une affiche sur laquelle la réponse 20 n'apparaît pas n'est pas acceptée. Les élèves ne sont pas incités à compléter leur production. Quand seul le comptage est évoqué, s'il aboutit à une réponse correcte, la production est acceptée. Quand l'écriture additive est incomplète ou par morceaux, même si la réponse 20 est présente, la production n'est pas acceptée (productions (6) et (7)).

Quatre productions sur les onze seront ainsi validées : (2), (5), (8) et (9) sans aucune hiérarchie. Christine met au même niveau le comptage de 1 en 1, le comptage de 4 en 4 avec ou sans écriture additive et le calcul s'appuyant uniquement sur le dessin. Quand seul le comptage est évoqué, elle complète au tableau par l'écriture additive correspondante :

1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 +…… + 1 = 20 pour l'une, et 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 20 pour l'autre.

Christine incite toutefois les élèves à identifier des analogies entre certaines productions. Au moment de l'analyse de la production (5) (comptage de 4 en 4 avec écriture additive et résultat 20), elle renvoie à la production (2) (comptage de 4 en 4) : « ça ressemble ».

Les autres affiches sont « mises de côté ». A la demande d'une élève, Christine justifie ce classement par : « Je mets de côté celles, soit où les enfants n'ont pas eu le temps d'écrire la réponse, soit où on se met d'accord que la réponse n'est pas la bonne… » et illustre cette explication par la production (1).

Pour les productions (6) et (7) (écritures additives partielles), elle incite à nouveau les élèves à les mettre en relation « on a déjà rencontré le même problème où ? ».

Puis elle tente une synthèse en reposant la question du problème. Une élève répond alors 9 (5 + 4 = 9). L'enseignante invalide cette réponse à l'aide du matériel en montrant une tour de 5 cubes et une de 4 : « ce n'est pas ce que veut Alex ». Elle fabrique ensuite les 5 tours de 4 cubes avec le matériel et utilise le comptage de 4 en 4, énoncé collectivement, pour arriver au résultat 20.

Christine pose alors une nouvelle fois la question du problème et reprend les quatre solutions validées en les explicitant de nouveau, toujours sans établir de hiérarchie entre elles. Elle s'attache davantage à la réponse 20 donnée avec un minimum d'explications plutôt qu'à la valorisation des procédures conduisant à la réussite. Ce manque de hiérarchisation des procédures, pourtant possible grâce à l'analyse des productions, résulte d'une vigilance didactique insuffisante. Toutefois, deux autres éléments d'explication peuvent entrer en ligne de compte, venant renforcer le précédent : d'une part, son assujettissement à la seconde contradiction entre une logique de réussite immédiate et une logique d'apprentissage qui l'amène à valoriser tous ses élèves sans distinction ; d'autre part la difficulté intrinsèque, même pour un enseignant expert, de mener une synthèse s'appuyant sur une hiérarchisation à chaud des productions effectives des élèves non tout à fait complètement prévisibles.

La pratique de Christine pendant ses deux premières années d'exercice se caractérise aussi par un manque d'institutionnalisation explicite qui peut se révéler dommageable pour les élèves les plus démunis. En effet ces derniers risquent d'avoir beaucoup de mal à identifier le savoir mathématique en jeu dans la situation et donc d'en rester à des éléments matériels ou de surface. Dans la séance sur 'le problème des tours' évoquée précédemment, pour conclure, Christine ne met pas vraiment en évidence l'addition réitérée 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 20. A la fin de la séance, elle introduit le signe x, mais de façon rapide et maladroite : « deux fois dix » 2 × 10 = 2 + 2 + 2 + … + 2 (dix fois). Christine ne reformule donc pas vraiment ce qui est important à retenir et qui vient d'être élaboré, parfois difficilement, avec les élèves. Elle ne pointe pas clairement le savoir mathématique en jeu dans l'activité. Cela peut s'expliquer par une non maîtrise des enjeux mathématiques et didactiques de la situation, ne permettant pas à la professeure d'identifier clairement ce qui est important à mettre en évidence et à retenir. On peut penser que la maîtrise de ces enjeux n'est pas seulement liée aux connaissances purement mathématiques de l'enseignant. Il faut aussi que ce dernier soit capable de faire une analyse a priori de la situation lui permettant justement d'en déterminer tous les enjeux. Pour nous, cela relève de ce que nous avons appelé la vigilance didactique.

Exemple d'Elise : une institutionnalisation maladroite et des exercices de réinvestissement peu adaptés faute d'une analyse a priori

Elise a fait des études plutôt scientifiques. Elle déclare qu'en tant qu'élève, elle était plutôt bonne en mathématiques. Paradoxalement, il semble que cela lui pose problème pour comprendre les grandes difficultés de ses élèves de CM2 (10-11ans) : « il est difficile d'expliquer les évidences » déclare-t- elle.

Sa vigilance didactique insuffisante s'observe en particulier lors d'une séance sur la proportionnalité suivie d'exercices de réinvestissement. En effet, ces derniers s'avèrent à la fois trop simples pour mettre en place la notion nouvelle et trop compliqués car mettant en œuvre des nombres décimaux non maîtrisés par les élèves.

Lors de cette séance, Elise commence par demander aux élèves de se rappeler le travail de la veille où il s'agissait de déterminer la recette d'un gâteau pour 8 et 20 personnes connaissant celle pour 4 personnes. Puis elle écrit au tableau une nouvelle recette, celle du cake au thon pour 10 personnes :

400g de thon
100g gruyère râpé
200g farine
4 œufs
10c de lait
8 c d'huile ; 1 sachet de levure

Elle raconte alors une petite histoire : « Ce soir, à la maison, il y a moi, mon mari, mes deux fils et un copain de mon fils. Je voudrais faire un cake au thon… » puis demande aux élèves combien ils seront ce soir (réponse des élèves : 5). Ils doivent alors chercher les proportions d'abord pour 5 personnes puis pour 50 personnes.

Notons que la recette du cake au thon proposée peut être considérée comme un simple réinvestissement du travail fait la veille à partir d'une autre recette : les coefficients scalaires sont entiers, du même ordre : multiplier ou diviser par 2 ou par 5. Notons aussi qu'Elise a éprouvé le besoin de personnaliser le problème en inventant une histoire faisant intervenir elle-même et sa famille, sans doute pour une meilleure dévolution.

Après un temps de recherche individuelle et une correction publique (un élève est envoyé au tableau), la professeure tente une institutionnalisation en restant dans le même contexte, celui des recettes. Pour cela, elle demande le titre de la leçon d'hier. Les élèves ont du mal à prononcer le mot « proportionnalité ». Elise demande quel mot on entend dans « proportionnalité » et donne la réponse : « c'est le mot proportion ». Elle demande à un élève de regarder dans le dictionnaire : l'élève lit à haute voix la définition « égalité de deux rapports mathématiques… ». Elise se rend compte que les élèves ne comprennent pas et déclare « on va essayer de trouver des mots à nous… ». Elle écrit alors au tableau, en attirant l'attention sur la symétrie multiplication/division

$$\text{4 personnes} \underset{\leftarrow (:\,2)}{\xrightarrow{\times 2}} \text{8 personnes}$$

$$\text{10 personnes} \underset{\leftarrow (:\,2)}{\xrightarrow{\times 2}} \text{20 personnes}$$

$$\text{10 personnes} \underset{\leftarrow (\times 5)}{\xrightarrow{:\,5}} \text{2 personnes}$$

Après une courte discussion avec les élèves, la professeure en arrive à la formulation :

> Donc la proportionnalité, c'est de chercher quelle opération on fait pour transformer quelque chose en autre chose

Puis :

> On cherche une opération et un chiffre et on l'utilise pour toute la recette.

Elise représente au tableau un tableau de proportionnalité dont le coefficient est 2. Elle écrit l'expression « tableau de proportionnalité » et déclare :

> Soit je vous donne l'opération et le chiffre et vous demande de remplir le tableau, soit en regardant le tableau, c'est à vous de trouver l'opération et le chiffre.

Elle remplit le tableau de proportionnalité avec les élèves et le laisse au tableau comme référence pour la suite.

> P : On va essayer de trouver des mots pour dire ça !
> On est parti d'une recette pour 4 personnes pour aller à une recette pour 8. Et qu'est ce qu'on a cherché à chaque fois ?
> E : Combien de fois…
> P : Combien de fois.
> E : De plus.

P : Combien de fois de plus ou combien de fois de euh… quand on a fait de dix pour aller à deux. A chaque fois on a cherché, l'opération et …on a fait diviser et puis ?
E : C'est tout.
P : C'est tout ?
[ ]
E : À chaque fois on a cherché une opération et un chiffre ou un nombre.
[ ]
P : Donc la proportionnalité, c'est de chercher quelle opération on fait pour transformer quelque chose en autre chose.
[ ]
E : Dans un sens, c'est multiplié euh…
P : Voilà ! Et si on fait dans l'autre sens, diviser devient multiplier et le divisé devient multiplié.
Donc en fait, on cherche une opération et un chiffre et on s'en sert pour tout le reste de la recette.
Je vous donne une petite chose à remplir. C'est ce qu'on appelle un tableau de proportionnalité. C'est-à-dire que je vous donne un tableau comme ça, après je vous demande ; soit je vous donne l'opération et le chiffre et vous demande de remplir le tableau, soit en regardant dans le tableau, c'est à vous de trouver l'opération et le chiffre.
[ ]
E : En dessus de 2 il y a 4.
P : Voilà ! En dessus de 3 il y aura quoi ?
E : 6
[ ]
P : Si j'écris ici, comme ça, fois deux. Qu'est ce j'ai le droit de mettre ici ?

Lors de cette séance, il y a donc une véritable institutionnalisation. Mais la définition de la notion de proportionnalité est assez maladroite (« …donc la proportionnalité, c'est de chercher quelle opération on fait pour transformer quelque chose en autre chose…on cherche une opération et un chiffre et on l'utilise pour toute la recette »), quoique compréhensible par les élèves. Notons que la professeure aurait pu utiliser l'expression 'opérateur multiplier par ou diviser par' à la place du mot 'chiffre' dont l'emploi ici est d'ailleurs erroné.

Remarquons par ailleurs que la définition du tableau de proportionnalité dans le contexte 'recettes' est ambiguë. En effet le 'chiffre' dont parle Elise est en fait un coefficient scalaire (10 personnes c'est 2 fois plus que 5 personnes donc ×2) alors que l'opérateur qui intervient dans un tableau de proportionnalité est le plus souvent un coefficient de type fonction, entre deux grandeurs différentes. Rien n'est dit non plus sur d'autres façons de compléter un tableau de proportionnalité, en particulier sur les propriétés de linéarité de la fonction linéaire. Pourtant, cela aurait pu être utilisé par la suite, dans les exercices. Elise laisse un tableau de proportionnalité au tableau (celui proposé par le manuel dont elle s'est inspirée) pour qu'il serve de référence aux élèves. Mais le coefficient est 2 (multiplier ou diviser par 2), ce qui est sûrement trop simple pour que les élèves se fassent une bonne représentation de la notion. Cela ne garantit pas un bon réinvestissement dès que les valeurs numériques sont plus compliquées.

Elise propose ensuite une fiche d'exercices (voir Annexe 3), mais le choix est maladroit et révèle une vigilance didactique faible. En effet, dans le premier exercice, le premier tableau à remplir est trop facile (×2, c'est une simple redite de ce qui vient d'être fait) et le second, avec un coefficient de 2,5 (à trouver à partir du couple (60, 150)) trop difficile pour des élèves ne maîtrisant pas, voire ne connaissant pas les nombres décimaux. D'ailleurs aucun élève n'arrive à compléter le second tableau du premier exercice de la fiche qui est finalement abandonné par la professeure. Le saut entre les valeurs numériques de l'exercice proposé collectivement et celles des exercices de réinvestissement se révèle trop grand. Notons que les deux problèmes de la fiche qui suivent font aussi intervenir des nombres décimaux et que le dernier n'est pas vraiment un problème de proportionnalité puisqu'il s'agit d'une multiplication ou d'une division simples.

La séance se termine par un aide-mémoire écrit par les élèves à partir du tableau de proportionnalité laissé en référence : « pour passer de chaque nombre de la première ligne à chaque nombre de la seconde ligne, on multiplie par 2 (×2). On dit que ce tableau est un tableau de proportionnalité ».

Elise se laisse un peu piéger par les exercices qu'elle choisit dans différents manuels. Ce qui semble manquer, c'est une analyse a priori de ces exercices, permettant d'expliciter le lien avec ce qui est visé. Les professeurs d'école débutants ont souvent des faiblesses dans ce domaine et faute d'une telle analyse, ils découvrent après coup la complexité des exercices proposés ou bien le manque de relations avec la leçon précédente. Notons que ce défaut d'analyse a priori amène souvent Elise à modifier voire à abandonner certaines activités prévues.

2. Exercer une vigilance didactique sur les techniques de calcul mises a la disposition des élèves : l'exemple de Floriane (niveaux 3 et 4)

Floriane déclare ne pas avoir de formation scientifique mais elle aime bien les mathématiques. Elle estime avoir plus de difficultés dans l'enseignement des sciences que dans celui des mathématiques. En fin d'année de CE1, elle propose à ses élèves deux problèmes de soustraction :

> Problème 1 : Une personne possède 310 euros. Elle veut acheter un vélo qui coûte 295 euros. Combien lui restera t il d'argent ?
> Problème 2 : Une personne possède 635 euros. Elle veut acheter un téléviseur qui coûte 458 euros. Combien lui restera t il d'argent ?

Notons que dans le cas du problème1, le résultat (15) peut s'obtenir par comptage 1 à 1, ce qui n'est pas du tout le cas dans le problème 2 (177). Il y a un « saut » dans les valeurs numériques entre le problème 1 et le problème 2.

L'objectif du professeur était de voir quelles procédures personnelles les élèves peuvent utiliser dans un problème de soustraction alors que la technique opératoire standard n'a pas encore été traitée. Après une recherche par binômes du premier problème et une mise en commun des procédures, Floriane conclut sur « les deux méthodes les plus faciles » que sont l'addition à trou (sous sa forme posée) et le comptage de 1 en 1 (de 295 à 310). Ce sont d'ailleurs les deux procédures utilisées par les élèves qui ont trouvé la solution. Par la suite, elle propose de résoudre ce problème en utilisant le matériel « monnaie », c'est-à-dire des billets de 100 et de 10 euros et des pièces de un euro. Par un jeu de questions-réponses, elle arrive à faire préciser aux élèves les échanges nécessaires pour enlever 295 de 300. Ils sont ensuite invités, toujours par 2, à résoudre le second problème « en utilisant la méthode que vous voulez ». Plusieurs groupes font une addition à trou, en ligne ou en colonne, mais ils se trompent dans les calculs. D'autres veulent utiliser la monnaie. Ils écrivent six fois le nombre 100, puis trois fois le nombre 10, puis cinq fois le nombre 1 mais ne vont pas plus loin. D'autres groupes ne reconnaissent pas un problème de soustraction et font une addition. Cette séance révèle un défaut de vigilance didactique du à une mauvaise maîtrise des enjeux mathématiques et didactiques des différentes techniques opératoires de la soustraction. En effet, Floriane propose de s'appuyer sur la monnaie mais il semble qu'elle n'ait pas pris conscience que cela débouche, du point de vue des nombres, sur la technique dite 'des échanges' et non sur la technique classique dont l'apprentissage est visé à l'école en France, qui repose sur la propriété dite des 'différences égales' (quels que soient les nombres a, b et c : $a - b = (a + c) - (b + c)$) et qui est tout à fait étrangère aux échanges liés à l'utilisation de la monnaie. Notons que cette technique 'des échanges' n'est maintenant plus vraiment abordée par les manuels car ce n'est pas la technique conventionnelle en France. De plus, il semble qu'en ZEP plus qu'ailleurs une seule technique opératoire suffise et qu'il ne soit pas vraiment nécessaire d'en enseigner plusieurs[17].

Nous avons vu que le comptage de 1 en 1 est inefficace pour le second problème (de 458 à 635). Toutefois, la professeure aurait pu optimiser cette dernière méthode en terme de calcul réfléchi en faisant apparaître différentes étapes : de 295 à la centaine ' ronde' supérieure (300) puis de 300 à 310. Cette optimisation aurait pu s'accompagner d'un schéma sur la droite numérique et constituer un point d'appui pour la résolution du second problème. Au lieu de cela, les élèves repartent sur sa résolution en n'étant guère plus armés que pour le premier : ceux qui ont fait une simple addition ne comprennent pas pourquoi c'était faux (d'ailleurs ils recommencent), ceux qui ont compté sur leurs doigts ne peuvent plus le faire et ceux qui ont posé une addition à trou ne maîtrisent suffisamment ni les calculs, ni la technique en tant que telle pour arriver au résultat. Il leur manque une formulation de cette dernière procédure en terme de calcul réfléchi s'appuyant sur des étapes intermédiaires (par exemple de 458 à 460, de 460 à 500, de 500 à 635) et sur un schéma faisant intervenir la droite numérique. Ils ont bien une procédure nouvelle à leur disposition qui repose sur une simulation avec la monnaie, mais on peut se poser la question de son intérêt puisque d'une part elle est liée à un contexte très particulier (la monnaie) et que d'autre part elle débouche sur une autre technique opératoire que la technique classique. La vigilance didactique exercée par Floriane ne lui permet pas de hiérarchiser convenablement les procédures à la disposition des élèves ni surtout de mettre en valeur celle qui pourrait se généraliser et donc permettre la résolution de problèmes comportant des valeurs numériques plus grandes.

3. Exercer une vigilance didactique sur les procédures de réussite mises a la disposition des élèves : l'exemple d'Aude (niveaux 3 et 4)

Aude a une classe de CM1 (9-10ans) de 20 élèves, qu'elle considère comme faibles, voire très faibles. C'est une classe qui semble calme a

---

[17] D'autres techniques peuvent éventuellement être abordées à l'occasion de la résolution de problèmes, mais non institutionnalisées.

priori, mais, comme c'est souvent le cas en ZEP, on sent que l'équilibre est assez précaire.

La situation présentée est extraite de CapMaths CM1 (Hatier). C'est la seconde leçon sur la notion de multiple. Elle se situe dans le cours de la progression sur la division, avant la division posée. D'après le livre du maître, l'objectif principal est d' « établir un lien entre la notion de multiple, la division, et la possibilité d'écrire un nombre comme produit de deux nombres ». Le jeu de la puce est présenté comme un problème « de division ». Il comporte trois questions. Dans la première, un personnage prétend qu'avec des sauts de 8, en partant de la case zéro, la puce peut arriver sur 430 et un autre personnage prétend que non : « la puce peut arriver avant ou après 430, mais pas sur 430 ». On demande qui a raison et dans le second cas, quels sont les deux nombres sur lesquels la puce peut arriver avant et après 430. Cette première question a été proposée et résolue lors d'une séance précédente. Les deuxième et troisième questions sont les suivantes : « la puce peut-elle arriver sur 1860 en faisant des sauts de 15 ? » puis « en faisant toujours des sauts de 15, la puce peut-elle arriver sur 1536 ? 2500 ? 3330 ? 5740 ? ». Notons la progression des valeurs numériques entre les trois questions et l'alternance de multiples et non multiples dans les nombres proposés.

Aude propose la situation en respectant les valeurs numériques et l'ordre des questions. Ses élèves travaillent par deux comme cela est suggéré par les auteurs du manuel. Elle commence par rappeler la dernière séance. Les élèves se souviennent assez bien des deux calculs faits : $53 \times 8 = 424$ et $54 \times 8 = 432$. La professeure réécrit ces deux calculs au tableau ainsi que $(53 \times 8) + 6 = 430$ et reformule pour tout le monde « on avait dit que 430 n'est pas un multiple de 8 …il n'existait pas de nombre tel que 8 fois quelque chose égale 430, donc ce n'était pas un multiple… »

Un élève lit la seconde question (cette fois la puce fait des sauts de 15. Pourra-t-elle arriver sur 1860 ?). Aude reformule pour toute la classe « ce qui veut dire : combien de fois peut-on mettre 15 dans 1860 ? », puis pour un élève en particulier. Avant de commencer, elle demande s'il y a des questions et suggère qu'il va falloir faire des calculs. Par groupes de deux (dix groupes), les élèves cherchent à résoudre le problème pendant vingt minutes. La professeure s'efforce de rester neutre et se contente de passer dans les groupes et de rappeler le temps restant pour la recherche. Elle incite tout de même à faire des multiplications plutôt que des additions « …pour aller plus vite ». Quatre groupes sur dix essaient d'approcher 1860 avec des multiplications par 15 en tentant d'évaluer l'écart au but, mais un seul arrive au résultat (le n°4 qui fait 15 × 100 puis évalue l'écart à 1860 ; voir annexe 4).

Au cours de la mise en commun qui dure quinze minutes, Aude n'interroge successivement que ces quatre groupes et laisse de côté les six autres productions qui témoignent pourtant d'une moindre compréhension du problème. Dans les 3 premiers cas, la professeure demande à chaque fois aux élèves comment ils ont choisi leur premier facteur (150, 135…), mais ils ne savent pas répondre et cela semble plutôt relever du hasard. Elle conclut qu'ils ont tous à peu près procédé de la même manière « c'est à peu près ce que les autres ont fait, vous y êtes allés à tâtons, petit à petit… ». Aude demande alors une autre méthode et interroge le groupe n°4. Les élèves ne sont pas sollicités pour dire comment ils ont fait pour trouver 24 × 15 = 360, mais la professeure donne elle-même une méthode : comme 15 × 2 = 30, alors 15 × 20 = 300 et comme 15 × 4 = 60 alors il y a 20 + 4 = 24 fois 15 dans 360. Elle demande ensuite à un élève si 1860 est un multiple de 15. L'élève répond « oui, parce que ça fait 124 fois 15, 1860 ». Cela sert d'institutionnalisation sur la notion de multiple.

Pendant que les élèves cherchent la troisième question (quinze minutes), Aude écrit au tableau : « La puce peut arriver sur 1860 en faisant 124 sauts de 15. 1860 est donc un multiple de 15 puisque 124 × 15 = 1860 ». Onze minutes après le début de la recherche, elle donne une indication et rappelle que dans la question précédente, on a utilisé 15 × 100 = 1500 « …ce serait quand même utile… inutile de perdre de l'énergie alors que le travail a été mâché déjà… » Les élèves sont maintenant fatigués. Ne les sentant plus du tout réceptifs, la professeure arrête la recherche. La troisième question n'est pas résolue.

Au cours de cette séance, Aude organise donc une mise en commun des procédures, puis une synthèse qui tient lieu d'institutionnalisation. Mais cette synthèse ne prend pas vraiment en compte les difficultés de beaucoup d'élèves. En effet, nous avons vu qu'elle n'interroge que quatre groupes, ceux qui étaient les moins éloignés de la solution. Elle écrit cette solution au tableau et conclut que 1860 est un multiple de 15 (puisque 124 × 15 = 1860) mais ne fait pas de synthèse sur la façon d'obtenir 124. Or six groupes sur dix ont posé des multiplications sans trop savoir ce qu'ils faisaient. Il semble qu'une synthèse sur comment obtenir 124 aurait été nécessaire : par exemple, l'appui sur des multiples « simples » de 15 comme 15 × 100 = 1500, 15 × 10 = 150 et l'utilisation de soustractions (1860 – 1500 = 360…). Cela était d'ailleurs signalé, mais sans insistance dans le manuel. Aude tente de le faire lorsqu'elle interroge le groupe 4, dont elle semble privilégier la stratégie, mais ce n'est pas très explicite. De plus, le passage de $15 \times 2 = 30$ à $15 \times 20 = 300$ qu'elle préconise nécessiterait sans doute une explication car les élèves ne semblent pas bien connaître la règle de multiplication par les puissances de 10 (un élève pose toute une série de multiplications par 10). D'autre part, l'appui sur des multiples de 15 de la forme 15×100 ou 15×10 est utilisé dans la méthode des soustractions successives qui sera ensuite optimisée pour arriver à la technique opératoire de la division posée. On peut donc penser qu'il aurait été judicieux ici de faire une synthèse sur l'utilisation de ces multiples particuliers d'une part pour trouver le résultat (124), d'autre part pour préparer la mise en place de la division posée. Cela aurait pu éclairer les élèves en échec qui avaient fait toutes sortes de multiplications ne correspondant pas au problème et qui repartent ici sans avoir vraiment compris comment on pouvait arriver à 124. D'ailleurs, le réinvestissement de la procédure avec 1536 (qui aurait pu être assez direct) n'a pas lieu. Il semble qu'Aude se rende compte un peu de ces difficultés, puisque, lors de la résolution de la troisième question, elle indique aux élèves qu'il faudrait peut-être utiliser le résultat trouvé précédemment, à savoir : $15 \times 100 = 1500$.

Ici, ce n'est pas vraiment la hiérarchisation des productions qui est en jeu mais plutôt la façon de mener la synthèse pour raccrocher le plus d'élèves possible et en particulier les plus faibles. Pour cela, il ne suffit pas d'exhiber le bon résultat, il est aussi nécessaire d'expliciter les procédures susceptibles de conduire à ce résultat, en essayant dans la mesure du possible de partir du niveau où en sont les élèves. Cela est alors d'autant plus difficile que les élèves sont faibles.

4. Exercer une vigilance didactique pour amener des élèves faibles à utiliser des procédures conduisant à la réussite (niveaux 3 et 4)

Les deux séances décrites précédemment[18] montrent les difficultés pour le professeur des écoles, notamment débutant, à adapter une situation consistante à des élèves faibles, en particulier en ZEP. Dans ces classes, il y a nécessité d'expliciter davantage les procédures menant à la réussite. Cela suppose une vision assez claire de la part du professeur du niveau où il veut amener ses élèves et de la manière d'y arriver. Cette clarté semble davantage liée à une perception des enjeux mathématiques des activités proposées, des procédures à privilégier plutôt que d'une simple maîtrise des contenus mathématiques. Elle relève de ce que nous avons appelé la vigilance didactique.

[18] Celles de Floriane sur la soustraction et d'Aude sur la notion de multiple

Les moments de synthèse et d'institutionnalisation conduits par le professeur sont dans les classes de ZEP encore plus cruciaux qu'ailleurs. C'est la raison pour laquelle la vigilance didactique nous semble encore plus déterminante pour les niveaux 4 et 5 que pour les niveaux 2 et 3. Dans ces classes, le professeur est davantage obligé de décortiquer les différentes étapes pour amener ses élèves d'une procédure erronée (qu'il faudra abandonner) ou d'une procédure juste mais très partielle à une procédure de réussite la plus performante possible. Comment s'appuyer sur des ébauches de productions pour les compléter, les optimiser et arriver ainsi à une procédure de réussite ? Cette question comporte une difficulté intrinsèque, même pour des experts. Par ailleurs, une institutionnalisation bien menée, en pointant le savoir en jeu dans la situation, devrait permettre aux élèves fragiles d'avoir des repères mathématiques et de ne pas en rester aux éléments de surface du problème.

RETOUR SUR LES DEUX DIMENSIONS

Pour un professeur des écoles enseignant en ZEP, installer la paix scolaire constitue une réponse à des contraintes sociales et institutionnelles, qui n'est toutefois pas indépendante des trois autres composantes : personnelle, cognitive et médiative. Citons l'exemple d'Aurélie qui assure la paix scolaire essentiellement grâce à la richesse de l'environnement mathématique proposé. Par ailleurs, le travail de socialisation qu'elle réalise en amenant ses élèves à expliciter leurs procédures, à écouter celles des autres dans le respect de chacun, contribue aussi à la socialisation et donc à l'installation de la paix scolaire en faisant progresser parallèlement les apprentissages.

De façon générale, les gestes professionnels permettant d'installer un minimum de paix scolaire ne sont pas indépendants du contenu disciplinaire. Ils peuvent par exemple concerner certains domaines mathématiques comme le calcul mental ou la géométrie mais aussi le rythme de travail imposé aux élèves En calcul mental, ils peuvent s'appuyer sur le caractère rituel de certains moments, comme ceux d'explicitation des procédures et de synthèse. L'installation de la paix scolaire est par ailleurs liée à la prise de risque mathématique que s'autorise l'enseignant dans sa classe à différents moments de son enseignement. En effet, on peut penser que si le premier niveau est atteint, le professeur aura davantage confiance dans la consistance de la situation qu'il propose, dans sa capacité à la gérer, mais aussi dans le travail des élèves, dans ce qu'ils sont capables de produire pour faire avancer les apprentissages. Si on considère l'incertitude générale que le professeur doit gérer quand il enseigne en classe, on peut penser que la réduction de celle-ci concernant les comportements des élèves va lui permettre, par une sorte de compensation, d'en accepter davantage du point de vue mathématique et donc de prendre plus de risque dans ce domaine. Il pourra alors proposer à ses élèves des problèmes non triviaux liés à une gestion de classe plus complexe, les laisser chercher sans réduire ses exigences, s'appuyer sur leurs différentes productions pour tenter une synthèse.

'Installer la paix scolaire' et 'exercer une vigilance didactique' présentent un point commun dans la mesure où elles doivent être présentes de façon permanente, particulièrement pendant la classe. Elles sont aussi complémentaires. La vigilance didactique est plutôt du côté des connaissances mathématiques et didactiques et des tâches liées à l'enseignement de contenus. Toutefois, en garantissant un enseignement au plus près des notions mathématiques visées, elle contribue à installer la paix scolaire. Mais ce n'est pas forcément suffisant et il n'y a pas de lien mécanique entre 'installer la paix scolaire' et 'exercer une vigilance didactique'. Le meilleur exemple est celui d'Aurélie qui a dû faire preuve d'une grande opiniâtreté pour faire adhérer ses élèves à son projet d'enseignement. Rappelons qu'au début, les rappels à l'ordre étaient très nombreux et Aurélie prête à réagir au moindre débordement. Sans cette persévérance et cette volonté qui relèvent de la composante personnelle, malgré une vigilance didactique très développée, elle n'aurait pas réussi ou tout au moins pas aussi bien à installer la paix scolaire.

Par ailleurs, 'installer la paix scolaire' et 'exercer une vigilance didactique' peuvent entrer en contradiction. Par exemple, des enseignants du i-genre majoritaire obtiennent la paix sociale grâce au respect rigoureux d'une certaine discipline, sans pour autant obtenir vraiment l'adhésion des élèves à leur projet d'enseignement. Si apparemment le professeur semble maîtriser l'avancée du temps didactique, c'est parce qu'il anticipe sur la lassitude des élèves en réduisant ses exigences ou en réduisant le temps des activités qu'il leur propose. Ainsi l'attention qu'il accorde au respect strict de règles de comportement induit une certaine défaillance du côté du respect des exigences relatives aux apprentissages.

D'un autre point de vue, le souci de valoriser tous les élèves, même les plus faibles, lié à la seconde contradiction entre réussite à court terme et apprentissage contribue à l'installation de la paix scolaire. Or cela peut amener le professeur[19] à considérer avec la

[19] Comme nous l'avons vu avec Christine

même attention toutes les productions des élèves, à les mettre au même niveau sans les hiérarchiser. Cette hiérarchisation est pourtant indispensable à l'avancée des apprentissages. De même, dans le souci de dédramatiser l'erreur, il peut être amené à consacrer beaucoup de temps au traitement de certaines erreurs individuelles. Enfin, pour obtenir l'adhésion des élèves à son projet d'enseignement, le professeur est amené à solliciter tous ses élèves ou presque tous à chaque séance. Cela demande du temps et peut donc freiner l'avancée du temps didactique.

Notons de plus que le fait pour le professeur de rester proche des formulations des élèves peut contribuer à installer la paix scolaire. Dans ce cas, le professeur[20], en se limitant à ces formulations voire en se situant en deçà de certaines, risque de restreindre les apprentissages et de réguler l'avancée du temps didactique sur les élèves les plus faibles.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES POUR LA FORMATION ET LA RECHERCHE

1. Deux dimensions fondamentales de l'activité du professeur des écoles

Ces deux dimensions ont été dégagées de l'analyse de l'activité d'une dizaine de professeurs des écoles débutants, enseignant les mathématiques en ZEP. Ces professeurs étaient accompagnés pendant leurs deux premières années d'exercice grâce à un scénario de formation. Notre étude qui s'est déroulée dans un contexte très particulier, sur un nombre relativement restreint de professeurs, présente donc des limites. De plus, le travail méthodologique a été assez délicat dans la mesure où il nous a fallu isoler ce qui, dans l'activité des différents professeurs relevait de l'installation de la paix scolaire d'une part et de l'exercice de la vigilance didactique d'autre part.

Notons que ces deux dimensions ne se manifestent pas de la même manière selon les trois i-genres. En effet, nous avons vu dans le paragraphe précédent que les professeurs du i-genre majoritaire s'en tenaient plutôt à la paix sociale, sans chercher l'adhésion des élèves à leur projet d'enseignement, au risque de réduire leurs exigences mathématiques. De même, on peut dire que les différents i-genres ne

[20] C'est en particulier le cas de Vanessa

font pas appel de la même manière à la vigilance didactique. En effet si cette dernière a toujours l'occasion de s'exercer en amont de la classe dans le choix des problèmes et leur analyse a priori, et ce quelque soit le genre de pratique, cela est différent pour le déroulement en classe. Les professeurs du i-genre majoritaire, de part leur gestion plutôt individualisée, sans phase collective, n'ont pas vraiment besoin de repérer les procédures des élèves pour les exploiter, les hiérarchiser, dans le but de faire une synthèse débouchant sur une institutionnalisation. La vigilance didactique perd ainsi quelques uns de ses 'objets'. Par contre, pour les professeurs dont la pratique se rapproche du i-genre 3, exercer une vigilance didactique s'avère crucial en particulier dans toutes les tâches liées à l'exploitation des productions des élèves au cours du déroulement de la séance. L'évolution de l'enseignement dû au constructivisme, qui amène entre autres le professeur à s'appuyer sur l'explicitation des procédures pour en faire une synthèse collective amenant à une institutionnalisation, exige sans doute une vigilance didactique à la fois plus importante dans sa globalité mais aussi plus ciblée sur les différentes tâches qui reviennent au professeur.

Installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique conditionnent des déroulements de classe 'les plus proches possibles' des apprentissages visés. La présence de ces deux dimensions dans l'activité du professeur des écoles apparaît fondamentale pour les élèves, notamment ceux issus de milieux socialement défavorisés. Leur importance plus ou moins grande s'avère cruciale dans la mesure où, comme nous l'avons vu dans les exemples, des manques peuvent compromettre les apprentissages. En effet, si un minimum de paix scolaire apparaît indispensable, une vigilance didactique insuffisante qui ne permet pas d'amener les élèves faibles à une procédure de réussite, ni de leur donner des repères mathématiques clairs dans l'institutionnalisation peut être source de différenciation. Exercer une 'bonne' vigilance didactique dans une classe où la paix scolaire est installée permet un déroulement des séances piloté prioritairement par les mathématiques, 'au plus près' des apprentissages visés. Des manques dans ces deux dimensions peuvent déboucher sur des dérives mettant en cause cette priorité.

Ces deux dimensions ont été mises en évidence dans le contexte de l'école primaire, où les enseignants sont polyvalents. Si la paix scolaire concerne toutes les disciplines, on peut se demander comment chacune contribue de manière spécifique à son installation. De même, on peut se demander à quelles conditions la vigilance didactique, ici liée aux mathématiques, peut être étendue à d'autres contenus disciplinaires. Un autre élargissement pourrait concerner d'autres publics d'élèves par exemple celui des collèges ou des lycées. Ces deux dimensions peuvent ainsi être qualifiées de grandes questions posées à la profession dans la mesure où elles ne sont pas liées à un individu mais à l'ensemble du collectif enseignant, notamment du premier degré.

2. Perspectives pour la formation et la recherche

Ces deux dimensions s'avèrent difficiles à acquérir par les professeurs des écoles débutants. Il semble incontournable que la formation s'en empare, mais comment peut-elle le faire? Quelles ingénieries construire ?

Sur le plan international, deux ouvrages de synthèse récents (Krainer & Wood 2008) et la 15ième étude ICMI (Even & Ball 2009) tentent de faire le point sur les recherches concernant la formation des enseignants en mathématiques. Les auteurs, en majorité anglo-saxons, n'utilisent pas le même découpage que nous pour aborder l'étude des pratiques et donc des formations. Les recherches concernent souvent l'analyse précise des diverses connaissances à acquérir pour devenir enseignant de mathématiques : connaissances sur les mathématiques, les mathématiques à enseigner, les élèves, la pédagogie…Elles sont aussi constituées de nombreuses enquêtes sur les 'beliefs' des enseignants, leurs conceptions initiales sur les mathématiques, leur enseignement, leur apprentissage…dans le but de les changer ou au mieux de les faire évoluer. La recherche exposée ici témoigne d'une vision holistique, plus globale, mettant en jeu plusieurs composantes à la fois des pratiques, notamment les composantes cognitives, médiatives et personnelles, tout en tenant compte de l'aspect social et institutionnel. Nous prenons en compte les différentes contraintes internes et externes auxquelles sont soumis les enseignants, notamment en ZEP. Au niveau international, des évolutions sont toutefois en cours : le travail de formation engagé dans les communautés de pratiques (Wenger 1998) témoigne d'une plus grande prise en compte par les chercheurs de la dimension sociale du développement des pratiques, en liaison avec le métier. D'autres chercheurs (Bednarz & Proulx 2009) essayent de caractériser les connaissances en jeu dans l'acte d'enseigner. Elles font intervenir des aspects mathématiques, didactiques et pédagogiques, parfois difficiles à dissocier, mais aussi des aspects institutionnels. Elles sont toujours situées par rapport à un contexte spécifique et doivent s'adapter aux événements, pas toujours prévisibles, de la classe.

Nous présentons en annexe 5 les hypothèses sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour construire le scénario d'accompagnement des professeurs nouvellement nommés en ZEP. Ces hypothèses ont été élaborées essentiellement à partir de diverses expériences, de formation notamment. Elles s'appuient sur trois idées essentielles : prendre en compte la logique des formés, proposer une approche holistique, enrichir les pratiques des formés en partant de pratiques suffisamment proches.

Dans cette perspective, un travail global, sans découpage, semble nécessaire pour amener les futurs professeurs des écoles à installer la paix scolaire et exercer une vigilance didactique suffisante. De plus, intervenir en formation au niveau des gestes et routines devrait permettre au formateur d'initier des changements suffisamment limités pour ne pas trop déstabiliser les pratiques existantes, mais suffisamment importants pour les interroger en terme d'efficacité tant du point de vue du confort du professeur que de celui des apprentissages des élèves.

Pour préparer les futurs professeurs des écoles à installer la paix scolaire dans leur classe, suffit-il de décrire les gestes et routines appropriés, non indépendants des contenus abordés, en mettant en garde contre certains risques comme par exemple la survalorisation des élèves ? Ou faut-il obligatoirement les faire travailler dans un contexte ZEP pour une meilleure appréhension des difficultés du métier ?

Comment développer la vigilance didactique des futurs professeurs des écoles en amont de la classe, pendant et après la classe ? En amont de la classe, on peut faire l'hypothèse qu'il serait nécessaire de travailler davantage en formation l'analyse a priori des situations, en particulier pour en identifier les enjeux d'apprentissage, ainsi que le choix des variables et leur incidence sur les procédures et performances des élèves.

Pendant la classe, comment leur apprendre à bien choisir, au cours de la recherche des élèves, les procédures à expliciter et par la suite à les hiérarchiser ? Comment leur apprendre à construire une synthèse à partir des productions même très partielles des élèves de façon à proposer à ceux qui n'ont pas réussi une ou plusieurs procédures menant à la réussite ?

De façon générale, au delà de la maîtrise des contenus mathématiques liés à l'école élémentaire, suffit-il de développer en amont de la classe, au moment de la préparation des séances, une attitude de questionnement systématique du type : la connaissance mathématique visée est-elle bien en jeu dans ce problème ?

L'explicitation des variables didactiques et des choix de leurs valeurs (numériques ou autres) est-il adéquat ? Quelles sont les procédures possibles, comment varient-elles selon les choix de valeurs des variables ? Les erreurs possibles ? Quelles aides apporter ? Comment envisager la synthèse ? Que faire ressortir dans l'institutionnalisation ?

Une des choses les plus difficiles en formation est de faire prendre conscience aux futurs professeurs de la dépendance entre les deux moments : préparation des séances en amont de la classe et déroulement pendant la classe. Comment faire en sorte que ce dernier soit piloté par les mathématiques, certes en tenant compte des élèves, mais sans trop s'éloigner des apprentissages visés ? Des recherches sur la formation, sur ce qu'elle vise, sur les ingénieries à mettre en place sont nécessaires pour avancer sur toutes ces questions.

REFERENCES

BEDNAZ N., PROULX J. (2009) Knowing and using mathematics in teaching: conceptual and epistemological clarifications, *For the Learning of Mathematics,* 29, 3

BROUSSEAU G. (1986) Fondements et méthodes de la didactique. *Recherches en didactique des mathématiques* 7/2 33-116

BUTLEN D. (2004) *Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire. Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des professeurs des écoles.* Note de synthèse, Habilitation à Diriger des recherches, Sciences de l'Education Paris Université de Paris 8-Saint-Denis, IREM de Paris 7, Université de Paris7

BUTLEN D., CHARLES-PEZARD M, MASSELOT P., SAYAC N. (2007) De l'analyse de pratiques à des scénarios de formation : accompagnement en mathématiques de professeurs des écoles nouvellement nommés dans des écoles de milieux défavorisés (ZEP/REP). *Cahier DIDIREM n°56*, Paris, IREM de Paris 7

BUTLEN D., MASSELOT P. (2001) Exemple de routines au CP : pratiques en mathématiques d'un professeur des écoles en première nomination, in ARDM, *Actes de la 11ième école d'été de didactique des mathématiques* Grenoble : La Pensée Sauvage

BUTLEN D., PELTIER M.L., PEZARD M. (2002) Nommé(s) en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en REP : cohérence et contradictions. *Revue Française de Pédagogie* 140 41-52

BUTLEN D., PEZARD M. (1992a) Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe associée. *Grand N* 50 29-58

BUTLEN D., PEZARD M. (1992b) Une expérience d'enseignement de mathématiques à des élèves de CE2 en difficulté. *Cahier DIDIREM n°13*, Paris, IREM de Paris 7

BUTLEN D., PEZARD M. (2003a) 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* 31 117-140
BUTLEN D., PEZARD M. (2003b) Etapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation en mathématiques. *Recherche en didactique des mathématiques* 23/1 41-78
CHESNE J.F., PARIES M., ROBERT A. (2009) « Partir des pratiques » en formation professionnelle des enseignants de mathématiques des lycées et collèges. *Petit x*
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
CRAHAY (1989) Contraintes de situations et interactions maître-élève : changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ? *Revue Française de Pédagogie* 88, 67-94.
DE MONTMOLLIN M (1984) *L'intelligence de la tâche.* Berne Peter lang
EVEN R., BALL D. (Eds) (2009) *the Professional Education and Development of Teachers of Mathematics, the 15th ICMI Study*, Springer
GALPERINE P. (1966) Essai sur la formation par étapes des actions et des concepts, in A. Luria, A. smirnov, et A. Leontiev (s/d), *Recherches psychologiques en URSS* 114-132 Moscou : Editions du progrès
HOUDEMENT C., KUZNIAK A. (1996), Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques* 16/3 289-322
KRAINER K., WOOD T. (Eds) (2008) *Participants in Mathematics Teacher Education* the Netherlands, Sense Publishers
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
LEONTIEV A., LURIA A., SMIRNOV A., (s/d) (1966) *Recherches psychologiques en URSS* Moscou : Editions du progrès
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* Thèse de doctorat, Paris : Université Paris 7
MANGIANTE C. (2007) *Une étude de la genèse des pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques* Thèse de doctorat, Paris : Université Paris 7
MASSELOT P., ROBERT A. (2007) Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques, *Recherche et Formation* 56
NGONO B. (2003) *Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP, effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages*, Thèse de doctorat, Paris : Université Paris 7
PELTIER M.L. (Ed) (2004) *Dur pour les élèves, dur pour les enseignants, dur d'enseigner en ZEP* Grenoble : La Pensée Sauvage
PERRENOUD P. (2001) *Développer la pratique réflexive dans le métier d'enseignant* Paris : ESF

PERRIN-GLORIAN M.J. (1993) Questions soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes « faibles ». *Recherches en Didactique des mathématiques* 13.1.2 95-118

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. (2001) Recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. *Recherches en Didactique des mathématiques* 21.1.2 57-80

ROGALSKI J. (2008) Le cadre général de la théorie de l'activité. Une perspective de psychologie ergonomique. Partie 0, Chapitre 2 in Vandebrouck F. (Eds) (pp 45-52) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* Paris : Octarès

ROBERT A, ROGALSKI J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies* 2(4) 505-528

ROBERT A, ROGALSKI J. (2005) A cross-analysis of the mathematics teacher's activity. An example in the french10th-grade class. *Educational Studies in Mathematics* 59 269-298

ROBERT A. (2008) La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. Partie 1, Chapitre 3 in Vandebrouck F. (Eds) (pp 45-52) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* Paris : Octarès

SCHÖN D.A. (1987) *Educating the reflective practitioner* New York: Basic Books

SCHÖN D.A. (1994) *Le praticien réflexif. A la recherche de savoir caché dans l'agir professionnel* Montréal : Les Editions Logiques

VANDEBROUCK F. (Eds) (2008) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* Paris : Octarès

VERGNES D. (2000) *Analyse des effets d'un stage de formation continue en géométrie sur les pratiques des enseignants de l'école primaire*, thèse de doctorat, Paris : Université Paris 7

VALSINER J. (1997) *Culture and the development of children's action: a theory of human development* (2nd Ed), NewYork: John Wiley & Sons.

VYGOTSKI L. S. (1985) *Pensée et langage* Paris : Editions sociales

WENGER E. (1998*) Communities of practice: learning, meaning and identity* Cambridge, Cambridge: University Press

ANNEXE 1 : UN EXEMPLE DE GRILLE D'ANALYSE (UNE SEULE SEANCE)

Nom de l'enseignant : Christine ; Classe : CE1 (7-8ans) Manuel : Capmaths (Hatier)

La situation mathématique	Première année Troisième observation (O3)
Nature du problème initial	Problèmes des tours : introduction de la multiplication
Existence d'un réel problème	Oui Pb 1 : addition réitérée ; Pb2 : recherche
nombre	2 problèmes
Situation évoquée au cours de l'accompagnement	Non, pas explicitement
Situation issue d'un document conforme à l'accompagnement	Calcul mental : oui Problèmes : non
Choix d'un autre document	Manuel de la classe : Capmaths CE1
Explicitation des choix des auteurs	Mobilisation de l'addition réitérée pour résoudre un pb multiplicatif, introduction du terme « fois ». Apprentissage par résolution de problème
Statut de la connaissance (apprentissage d'une notion, d'un langage, d'une technique, réinvestissement, application)	Apprentissage et/ou réinvestissement des écritures additives réitérées, terme « fois »
Outil/objet	outil
Mode de validation	Utilisation d'un matériel (cubes), comptage de 4 en 4 et calcul
Adaptation de la situation	Décalages surtout pour le pb2 : utilisation des cubes pour présenter et valider toutes les solutions
Adaptation nécessaire a priori (tout public ou ZEP)[21]	Pas nécessaire a priori
Adaptation effective	Pb1 : non Pb2 : énoncé de pb incomplet, absence de questions formulées, absence de contraintes, introduction du signe x
Repérage et choix des variables	Introduit le signe x, mais très rapidement à la fin et maladroitement : 2x10 = « 2 fois dix » = 2+2+2+…+2 (10fois)

[21] Du point de vue du chercheur

Mode de validation	Utilisation d'un matériel (cubes), comptage de 4 en 4 et calcul
Existence d'une analyse a priori	Non ? car improvisation
Projet de scénario	Une certaine improvisation sur la base du scénario du manuel
Aides	Oubli du matériel comme aide aux élèves en difficulté
institutionnalisations	Signe x ?

La mise en actes	Première année Troisième observation(O3) Problèmes des tours
Prescription de la tâche	Mode écrit et oral
Mode de prescription	Pb1 : Enoncé écrit au tableau ; lecture par 2 élèves Pb2 : oral mode collectif
Négociation de la tâche (abaissement des exigences, support et matériel)	non
Négociation a priori ou sous la pression des élèves	non
Enrôlement des élèves (modalités, leviers)	Personnages familiers du fichier Fabrication de tours avec des cubes
Ancrage dans les apprentissages en cours	Progression du manuel de la classe
Activité des élèves (recherche)	Effective pour les deux pbs
Part d'initiative	Oui, consistante
Temps de recherche	Pb 1 : 10mn Pb 2 : 5mn
Mode de travail	Pb 1 : par 2 Pb2 : individuel
Activités de l'enseignant	neutre
Interventions de l'enseignant	Rappel du temps restant

Les aides éventuelles	Non ?
Prise d'informations sur les élèves	Peu ?
Prise en compte de ces informations	Pas vraiment ?
Synthèse et institutionnalisations	Une certaine improvisation
corrections	Non ?
explicitation collective des productions	Oui, toutes, dans l'ordre où elles se présentent avec validation du maître
synthèse	Tentative, fabrique les 5 tours de 4 mais ne met pas vraiment en évidence l'addition réitérée 4+4+4+4+4=20
Hiérarchisation des procédures (adaptée ou non)	Non, toutes au même niveau
Institutionnalisation	Pb1 : non Pb2 : signe x, mais rapide et maladroit
Prise en compte du déroulement effectif	Oui ?
Degré de décontextualisation	non
Nature du savoir (résultat, démarche, justification)	Insiste sur le résultat (20) plus que sur la démarche

Les interactions	Première année Troisième observation (O3)
	Problèmes des tours
Prescription de la tâche	Lecture de l'énoncé écrit
Nombre d'élèves sollicités	Pb 1 : 2 Pb 2 : 0
Choix des élèves (niveau, pertinence)	?

Aide personnelle ou publique apportée	« il faut réfléchir, dessiner, écrire »
Temps de parole accordée aux élèves	Très peu
Activité des élèves (recherche)	« Réfléchis avec ton camarade »
Nombre d'élèves sollicités	0
Choix des élèves (niveau, pertinence)	
Aide personnelle ou publique apportée	non
Temps de parole accordée aux élèves	0
Synthèse et institutionnalisations	Habitudes de communication Maître/élève
Nombre d'élèves sollicités	Tous, éventuellement plusieurs fois
Choix des élèves (niveau, pertinence)	Chaque groupe de deux présente sa production
Aide personnelle ou publique apportée	Demande d'expliciter les productions, demande la réponse, fait des liens, reformule les dires des élèves, explicite les erreurs, étayage consistant des formulations
Temps de parole accordée aux élèves	important

ANNEXE 2 : PRODUCTION DES ELEVES A PROPOS DU PROBLEME « LES TOURS » (CHRISTINE : TROISIEME OBSERVATION)

> Alex veut réaliser 5 tours qui auront toutes 4 cubes de hauteur. Combien doit-il demander de cubes ? Il faut qu'il commande juste ce qu'il faut, pas un cube de plus, pas un cube de moins

Productions des élèves (l'ordre est celui dans lequel les procédures seront traitées au cours de la mise en commun)

Production (1) **N et J**

Alex veut 5 tours et il veut 4 cubes

Explicitations des élèves :

Christine incite les élèves à traduire cet écrit par « Alex veut commander 4 cubes » comme si leur réponse à la question posée était « 4 ».

Production (2) validée par la professeure **Er et M**

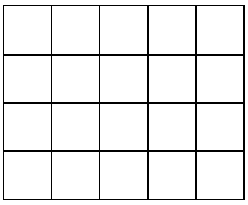
Nous avons compté de 4 en 4 et on a trouvé 20

Explicitations des élèves :

« On a fait 4 plus 4, on a trouvé 8, après on a fait plus 4, on a trouvé 12, après on a refait plus 4, ça faisait 16 et après on a refait plus 4, ça faisait 20. »

Production (3) **E et K**

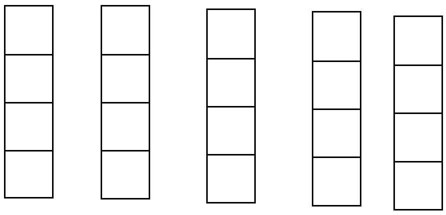
Combien Alex doit-il demander de cubes ?



Explicitations des élèves :

Christine insiste seulement sur le fait que la réponse n'est pas écrite.

Production (4) **B, D et S**



Explicitations des élèves :
« On n'a rien marqué … »

Production (5) validée **G et Y**

La réponse est 20. On a fait 5 tours de 4 cubes. On a compté de 4 en 4.

4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 20

Explicitations des élèves :

« On a fait 4 tours donc ça fait 4 fois 4. 4 plus 4 ça fait 8, on a rajouté 4 et après on a remis 4 et après ça nous fait 20 et on a eu la réponse. Et on a écrit comment on avait fait en dessous. »

Production (6) **Em et W**

En tout, il y a 20 cubes. Comme on sait 4 + 4 = 8, on a rajouté 4 + 4 + 4 = 20

Explicitations des élèves :

« Alors on a calculé que 4 plus 4, ça fait 8, donc on a rajouté 3 fois 4 et on a compté et on a vu que ça faisait 20 »

« je sais que 4 plus 4 ça fait 8, j'ai gardé 4 plus 4, après j'ai rajouté encore…j'ai rajouté encore 3 fois…j'ai compté 4 plus 4 et j'ai recompté 4, 4 et 4 »

Production (7) **E et M**

On compte pour commencer

On compte 20 on sait 4 + 4 = 8

Explicitations des élèves :

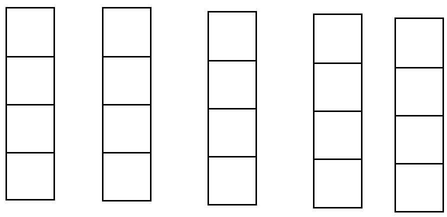
« On a écrit… on a compté dans notre tête » « 4 plus 4 plus 4 plus 4 ça fait 16 »

« 4 plus 4 plus 4 plus 4 égal 20 » « non » « non, parce que y'a que 4 »

P. fait remarquer que ça ne va pas ; l'élève répond « non, maîtresse, plus 4 »

Production (8) validée **R et S**

Alex doit commander 20 cubes.



Explicitations des élèves :

« …Après on sait que 4 plus 4, ça fait 8. Après on a encore fait 8. Après on a fait 8 plus 8. Après on a trouvé 20. »

Production (9) validée **L et H**

Il y a 20 cubes. On a compté de 1 en 1

Explicitations des élèves :

« Nous, on a fait de un en un » « on a compté 1, 2, 3, 4…après on a compté 1, 2, 3, 4 et… »

Production (10) **A et ?**

5, 10, 15, 20, 25. On a trouvé 25 cubes. On a compté de 5 en 5.

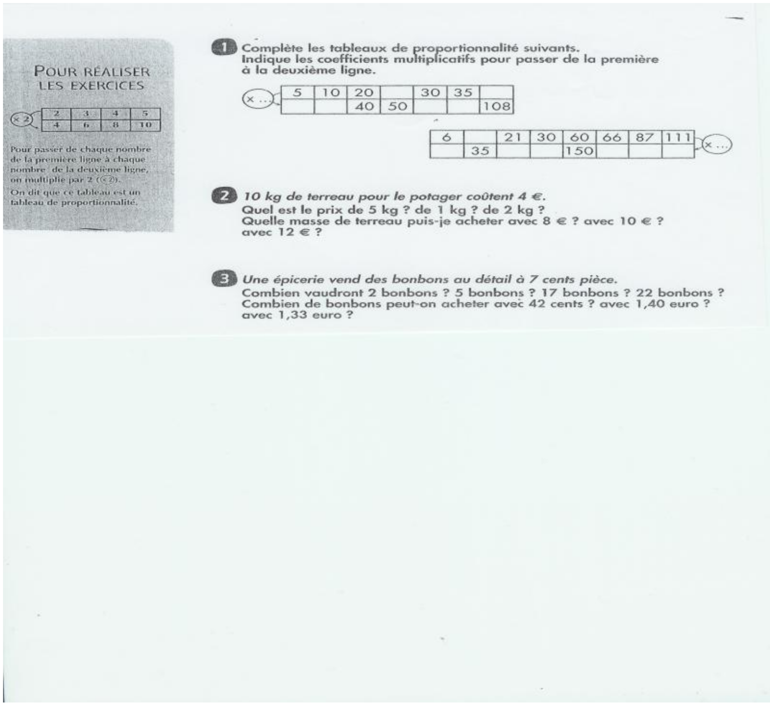
Explicitations des élèves :

« Eux, ils comptent de 5 en 5 ; ils comptent pas de 4 en 4 »

Production (11)

Alex a 5 tours et 4 cubes. Les élèves ne savent pas expliciter.

ANNEXE 3 : FICHE PROPOSEE AUX ELEVES PAR ELISE (EXTRAITE DE « A NOUS LES MATHS », ED SEDRAP)



POUR RÉALISER LES EXERCICES

× 2				
	2	3	4	5
	4	6	8	10

Pour passer de chaque nombre de la première ligne à chaque nombre de la deuxième ligne, on multiplie par 2 (× 2).

On dit que ce tableau est un tableau de proportionnalité.

1 Complète les tableaux de proportionnalité suivants.
Indique les coefficients multiplicatifs pour passer de la première à la deuxième ligne.

× …

5	10	20		30	35	
		40	50			108

× …

6		21	30	60	66	87	111
	35			150			

2 *10 kg de terreau pour le potager coûtent 4 €.*
Quel est le prix de 5 kg ? de 1 kg ? de 2 kg ?
Quelle masse de terreau puis-je acheter avec 8 € ? avec 10 € ? avec 12 € ?

3 *Une épicerie vend des bonbons au détail à 7 cents pièce.*
Combien vaudront 2 bonbons ? 5 bonbons ? 17 bonbons ? 22 bonbons ?
Combien de bonbons peut-on acheter avec 42 cents ? avec 1,40 euro ? avec 1,33 euro ?

ANNEXE 4 : PRODUCTIONS DES ELEVES D'AUDE

Voici les productions des 10 groupes : (classe de CM1)

Groupe n°1 : Il a essayé d'approcher 1860 avec des multiplications par 15 en évaluant à chaque fois l'écart au but, mais n'est pas arrivé jusqu'à 1860, seulement 1830 : 150 × 15, 125 × 15, 122 × 15 = 1830

Groupe n°2 : semblable au groupe n°1 : il a essayé 135 × 15, puis 120 × 15 mais n'est pas arrivé au résultat

Groupe n°3 : même démarche : Il a essayé 15 × 60 (avec une erreur de calcul), puis 15 × 120 mais n'est pas arrivé au résultat.

Groupe n°4 : il a fait 15 × 100 puis a évalué l'écart à 1860 qui est de 360. Puis il a cherché combien de fois il y avait 15 dans 360, il a trouvé 24. Il a donc trouvé le bon résultat : 124

Groupe n°5 : il a décomposé 1860 = 1000 + 800 + 60 et écrit

60 = 15 × 4

Groupe n°6 : Il a posé et calculé plusieurs multiplications ayant 10 comme premier facteur : 10 × 60, 10 × 130, 10 × 430, 10 × 134,

10 × 135 et une seule avec 15 : 136 × 15

Groupe n°7 : Il a posé et calculé plusieurs multiplications : 50 × 8, 700 × 15, 300 × 15, 100 × 15

Groupe n°8 : Il a écrit :

100 × 15 = 1500 + 860 = 2360 – 1000 = 1360 ; 1360 + 500 = 1860.

Il tourne en rond et retrouve le nombre de départ 1860.

Les deux autres groupes n'ont pas vraiment cherché…

ANNEXE 5 : LES LEVIERS CONCERNANT LES PRATIQUES ENSEIGNANTES A PARTIR DESQUELS LE SCENARIO DE FORMATION A ETE CONSTRUIT

Même si nous ne décrivons pas dans cet article le scénario de formation, nous énonçons ici les hypothèses à partir desquelles il a été construit.

De façon générale, les travaux de didactique professionnelle et d'ergonomie ont montré que les pratiques enseignantes sont complexes, cohérentes et stables (Robert 2001, De Montmollin 1984, Crahay 1989). La stabilité est d'ailleurs une caractéristique que nous avons retrouvée lors de nos propres recherches sur ces pratiques.

Quand on les interroge, les professeurs des écoles débutants déclarent que leur formation ne les prépare pas suffisamment à enseigner en milieux socialement défavorisés. Des 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 de manière isolée par des formateurs de catégories différentes. De même, les travaux de Portugais (1998), Vergnes (2000), Ngono (2003) mettent en évidence les effets limités d'une formation, même très adaptée au public visé, sur les pratiques des professeurs des écoles.

Pour construire le scénario de formation nous avons pris 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 1987,1994) mais qui ne sont pas forcément explicitables par ceux qui les maîtrisent. Nous optons ainsi pour cette approche qui s'appuie sur la réflexion sur l'action pour faire évoluer les pratiques.

Prendre en compte la logique du formé

Pour pouvoir intervenir sur les pratiques enseignantes à la fois complexes et rapidement stables et cohérentes, il nous semble indispensable d'avoir accès et de prendre en compte la logique des pratiques effectives de chaque enseignant. 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, même en germe. Les travaux de Mangiante (2007) montrent qu'il existe une cohérence en germe dans les pratiques des professeurs des écoles débutants. Cette cohérence se manifeste à travers des régularités intra-personnelles dans la façon de modifier la tâche prescrite à différents niveaux[22]. Ainsi, nos situations de formation permettent 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).

Une approche holistique des pratiques en formation

Notre approche peut être qualifiée d'holistique (Chesné, Pariès & Robert 2009) dans la mesure où elle aborde en même temps plusieurs aspects imbriqués des pratiques, et prend en compte les différentes recompositions nécessaires à une interrogation de celles-ci, notamment celles qui sollicitent les dimensions personnelle,

---

[22] Il s'agit de la tâche prescrite par le formateur pour préparer une séance de mathématiques. Les différents niveaux sont ceux de la représentation, de la redéfinition et de la réalisation de la tâche.

professionnelle, institutionnelle et sociale des 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 en train de se construire.

Enrichir les pratiques des formés en partant des pratiques

Il s'agit pour nous d'élargir le champ des possibles pour l'enseignant, notre but étant de diversifier les modalités d'investissement des marges de manœuvre qui lui restent. Nous adoptons l'idée de faire travailler les débutants sur des pratiques proches des leurs (Valsiner (1997)), qui seraient dans leur 'Zone Proximale de Développement des Pratiques', modèle Vygotskien déjà utilisé pour les apprentissages des élèves. Nous faisons ainsi l'hypothèse que les pratiques peuvent évoluer à condition de s'appuyer en formation sur des pratiques ayant suffisamment de proximité avec celles des participants pour que ces derniers se reconnaissent et ne rejettent pas tout en bloc.

Enrichir les pratiques peut signifier par exemple présenter la diversité des stratégies d'enseignement possibles, préciser les différents types d'activités à proposer aux élèves. Cela devrait amener le professeur des écoles 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 qui se caractérisent entre autres par une algorithmisation trop grande des tâches, une individualisation non contrôlée, une quasi disparition des phases de synthèse, un défaut de savoirs institutionnalisés lors de moments collectifs.