Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire.

Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des professeurs des écoles

Denis Butlen,
IUFM de Créteil
Equipe DIDIREM, Université de Denis Diderot-Paris 7

Je présente dans cette contribution le contenu d'une habilitation soutenue en décembre 2004, en Sciences de l'Education (70e section) à l'Université Paris VIII. Ce travail a été mené sous la direction d'Elisabeth Bautier et d'Aline Robert. Cette HDR s'appuie sur un ensemble de recherches menées en collaboration avec d'autres chercheurs : Monique Pézard, Marie-Lise Peltier et Pascale Masselot notamment.

L'analyse des difficultés des élèves en mathématiques, notamment celles rencontrées par les élèves de milieux populaires mais aussi la recherche de conditions permettant leur dépassement constituent l'objet premier et central de mes recherches. Cette question fédère l'ensemble de mes travaux.

J'ai fait le choix de présenter comment, pour traiter cette question des difficultés, j'ai progressivement articulé trois grandes séries de recherches.

Je présente ainsi les différents problèmes de recherche que j'ai abordés et le cheminement théorique qui l'accompagne.

Pour des raisons de temps, ce choix m'amène à ne pas développer des questions méthodologiques que je ne ferai qu'évoquer dans cet exposé.

La première série de travaux concerne les apprentissages numériques des élèves de l'école élémentaire, et plus particulièrement, les rapports qu'entretiennent sens et technique. Il s'agit plus particulièrement d'analyser les rapports existant entre le développement de la

maîtrise de techniques opératoires et le développement de la connaissance des nombres et des opérations en lien avec la résolution de problème.

La deuxième série de travaux est centrée sur l'étude des difficultés rencontrées par les élèves de milieux populaires dans l'apprentissage des notions mathématiques étudiées précédemment. Il s'agit à la fois du diagnostic de ces difficultés, de leur interprétation et d'une étude des conditions permettant de les surmonter.

La troisième série de travaux porte sur l'analyse des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques à des élèves issus de milieux particulièrement défavorisés. Cette analyse porte aussi sur la formation des pratiques enseignantes.

Cet exposé comporte trois parties :

1. Rapports entre maîtrise des techniques opératoires, connaissances sur les nombres et les opérations
2. Les difficultés des élèves de milieux populaires
3. Les pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP

Présentons la première problématique.

1. Travail de techniques opératoires, processus de conceptualisation et résolution de problèmes numériques

Ces premières recherches portent sur les liens existant entre le travail sur les techniques opératoires et le processus de conceptualisation des nombres et des opérations arithmétiques usuelles.

Elles ont donc pour objet, l'étude des rapports qu'entretiennent sens et techniques en mathématiques.

1.1. Des développements imbriqués

Maîtrise des techniques opératoires et connaissances sur les nombres et les opérations se renforcent mutuellement ; leurs développements sont étroitement liés. La maîtrise des techniques opératoires n'est pas première par rapport à la construction du sens des

opérations, mais cette dernière n'est pas non plus un préalable à la construction des techniques.

A partir de l'analyse des effets d'une pratique régulière de calcul mental, nous avons montré que la maîtrise de techniques opératoires (écrites ou non) permettait aux élèves de l'école élémentaire de mieux reconnaître les opérations intervenant dans la résolution de certains problèmes numériques.

1.2. Un accès au sens par le biais de la maîtrise de techniques

L'étude des conditions de l'accès au sens par le biais d'un travail sur les techniques opératoires, sans être en rupture avec les travaux de didactique des mathématiques de l'époque, a apporté un éclairage nouveau sur la question des liens entre sens et techniques, en particulier dans le domaine de la résolution de problèmes.

1.3. Automatisation, mémorisation, disponibilité et adaptabilité des connaissances

Nous nous sommes plus particulièrement intéressé aux rôles que jouaient respectivement dans ce processus de reconnaissance des opérations, l'automatisation de certaines procédures de calcul, la mémorisation de faits numériques et le développement de compétences permettant aux élèves d'adapter leurs connaissances aux problèmes à résoudre (Butlen, Pézard, 1997, 1998, 2003) et aux calculs à effectuer (Butlen, Pézard, 1992).

Automatisation, mémorisation et adaptabilité contribuaient à accélérer le processus d'automatisation de la reconnaissance des opérations en jeu dans les problèmes.

J'ai travaillé cette question en expérimentant des situations utilisant un environnement informatique, ce qui était relativement nouveau à l'époque de ces travaux (Butlen, 1985).

1.4. Un premier élargissement du cadre théorique : des emprunts à la psychologie cognitive (gestion des systèmes mnésiques, représentation du problème)

Pour dépasser le seul constat expérimental, nous avons intégré dans le cadre théorique de la didactique, que nous avions initialement mobilisé, des éléments provenant de la psychologie cognitive.

Nous nous sommes notamment appuyé sur les travaux français et anglo-saxons relatifs à la gestion des systèmes mnésiques (Fayol), à la notion de schéma de problèmes (Morales, Shute et Pellegrino, Fayol, Julo) ou à la représentation du problème (Richard, Julo).

Ces apports ont permis de comprendre comment les élèves, bénéficiant d'un travail sur la technique, réussissaient, en s'appuyant sur une certaine automatisation, à s'en échapper pour se construire des schémas de problèmes ou des représentations. Cette élaboration traduisant une généralisation qui s'appuie sur une possibilité accrue pour l'élève d'adapter son traitement à la spécificité des données intervenant dans les calculs et les problèmes.

1.5. Les limites de ces premiers résultats

La mise en correspondance des procédures de calcul des élèves, de leurs stratégies de résolution de problèmes et de leurs performances générales en mathématiques a fait apparaître un autre résultat. Les élèves, considérés comme étant en difficulté en général en mathématiques, ne bénéficiaient pas de la dynamique existant entre disponibilité et adaptabilité.

Source d'apprentissage pour les élèves, l'automatisation devenait pour eux une source de difficultés.

L'automatisation se faisait au détriment de l'adaptabilité. En effet, l'automatisation de certaines procédures de calcul (notamment écrites) limitait, voire interdisait la mobilisation d'autres procédures et, de ce fait, limitait les choix possibles ; l'adaptabilité nécessitant que l'élève mobilise en même temps que la procédure, le domaine d'efficacité de celle-ci.

Ces élèves n'arrivaient pas ou nettement moins aisément que leurs pairs, à échapper à l'automatisation. Les généralisations et les décontextualisations, au lieu d'être favorisées, étaient alors limitées, voire interdites, par trop d'automatisme.

Cette première série de travaux m'a donc permis de mettre en évidence une première source de difficultés : les pré-requis mathématiques nécessaires à la conceptualisation.

2. Des difficultés des élèves aux élèves en difficulté issus de milieux populaires

Ce constat m'a amené à intégrer mon premier questionnement dans une problématique plus générale de différenciation scolaire.

Des recherches menées précédemment en didactique des mathématiques me permettaient d'avancer certains éléments d'explication et d'émettre certaines hypothèses. Il en est ainsi des travaux de Perrin-Glorian sur les élèves en difficulté. Ces travaux ne me semblaient toutefois pas suffisants pour expliquer les difficultés constatées et surtout pour travailler les conditions de leur dépassement.
De même, la psychologie cognitive ne me semblait pouvoir à elle seule combler ces manques. Ces deux cadres théoriques ne suffisant pas, nous avons fait d'autres emprunts.

2.1. Un deuxième enrichissement du cadre théorique : des emprunts à la sociolinguistique

Je me suis appuyé sur les travaux de Lahire, Bautier, Charlot et Rochex, relatifs au rapport au savoir et à l'écrit, pour mieux comprendre les raisons du non fonctionnement de la dynamique précédente. De même, je me suis référé à différents travaux sur les interactions entre pairs et plus généralement sur les rapports entre apprentissage individuel et apprentissage collectif.

Sans mettre complètement en bijection le rôle joué par l'écrit dans ces travaux et le rôle qu'il pouvait jouer dans les apprentissages mathématiques notamment dans l'élaboration d'un certain formalisme, il nous a semblé qu'il existait dans le recours à l'écrit et dans le

recours au collectif, des pistes à la fois pour expliquer que le passage à la conceptualisation ne s'était pas fait pour certains élèves et pour le favoriser.

Ce deuxième élargissement de notre cadre théorique nous a permis d'élaborer de nouvelles ingénieries ayant un double but : susciter, mais aussi analyser des conditions permettant de surmonter les difficultés identifiées par ailleurs (Butlen, Pézard, 1992, 2003).

Il s'agit ici de dispositifs d'enseignement qui visent à intervenir sur les apprentissages des élèves afin de les favoriser, mais aussi et surtout, d'affiner l'analyse de modes d'apprentissages spécifiques à ce public.

2.2. La mise en évidence d'étapes dans le processus de conceptualisation

Une analyse *a priori* mettant en relation les résultats des précédentes recherches, et des analyses plus générales sur les difficultés des élèves de milieux populaires, ont permis de prévoir d'autres cheminements cognitifs susceptibles d'être empruntés avec profit par ces élèves. Des ingénieries élaborées dans le but, soit de les provoquer, soit de les révéler, ont permis de les identifier, de les analyser et d'étudier les conditions de leur existence.

Nous avons ainsi mis en évidence des étapes dans le processus de conceptualisation des élèves en difficulté, étapes qui ont à voir notamment avec les rapports qu'entretiennent conceptualisation et décontextualisation (Butlen, Pézard, 2003).

Nous avons ainsi identifié des cheminements cognitifs spécifiques. Cela constitue un deuxième résultat important. En effet, la prise en compte de ces cheminements particuliers par l'enseignement conditionne pour une part importante les apprentissages de ces élèves en difficulté. Ils permettent à certains de ces élèves de combler les manques identifiés précédemment.

2.3. Les limites de cette deuxième recherche

Ces expérimentations ont certes permis d'affiner le diagnostic précédent, de dégager des leviers susceptibles de dépasser les difficultés manifestées par certains de ces élèves. Elles font toutefois apparaître de nouvelles limites.

Nous avons en effet constaté que les élèves ayant le moins bénéficié des ingénieries sont souvent issus de milieux défavorisés, et présentent le plus de difficultés.

Tout se passait comme s'il existait des seuils, résultats d'une accumulation de difficultés qui limitaient les effets des dispositifs précédents. Certes, certains élèves, même en grande difficulté, pouvaient en bénéficier, mais nous ne pouvions généraliser ce résultat. Ce qui n'était pas le cas pour des élèves en difficulté moyenne.

Ne pouvant expliquer ce nouveau constat grâce au cadre théorique même élargi dont nous disposions à ce moment, il est apparu indispensable de rechercher d'autres facteurs susceptibles d'expliquer les limites auxquelles nous étions confronté.

Un détour par l'analyse des pratiques enseignantes s'imposait à cette étape de nos recherches.

3. L'analyse des pratiques enseignantes et de leur formation

3.1. Les raisons de cette nouvelle problématique

3.1.1. Un détour par l'analyse des pratiques pour mieux comprendre les différences et non plus pour les dépasser

Pour mieux comprendre les difficultés des élèves, et non plus pour les dépasser, je me suis intéressé aux pratiques enseignantes et notamment à celles des professeurs des écoles s'adressant prioritairement à ce public d'élèves en grande difficulté et issus de milieux populaires.

J'ai étudié les pratiques enseignantes pour plusieurs raisons.

3.1.2. Recherches de nouvelles explications et de nouvelles réponses

Une première raison : il s'agissait de rechercher dans les systèmes de réponses que les enseignants ont élaborés individuellement, mais aussi et surtout collectivement, d'autres explications et d'autres pistes pour résoudre les difficultés des élèves.

Dans quelle mesure les pratiques enseignantes renforcent-elles les difficultés des élèves ? *A contrario*, existe-il dans les réponses apportées par les enseignants de nouvelles pistes pour les surmonter ?

3.1.3. Etudier les écarts entre les pratiques effectives et les pratiques privilégiées par certaines recherches et par la formation

Une deuxième raison : il s'agissait de rechercher, dans la comparaison entre les pratiques effectives des professeurs des écoles et les pratiques favorisées par les recherches (basées sur l'expérimentation d'ingénieries) ou de celles favorisées par la formation initiale, des pistes pour mieux adapter les ingénieries aux caractéristiques du public de ZEP et aux pratiques des enseignants susceptibles de les mettre en œuvre.

Le but est de mieux prendre en compte différents facteurs (relevant notamment des domaines médiatif, institutionnel et social) conditionnant l'activité du professeur et susceptibles d'avoir des effets encore non étudiés sur les apprentissages des élèves.

3.1.4. Etudier les pratiques pour améliorer la formation des professeurs des écoles

Ce détour par l'analyse des pratiques est beaucoup plus grand que les détours précédents. Au moment où j'amorçais ces travaux, ce sujet était peu abordé en didactique des mathématiques, les études étaient récentes et parcellaires. Nous ne disposions pas encore de résultats importants, de méthodologies éprouvées ni de modèles susceptibles d'apporter des réponses aux questions que je me posais.

Ce détour m'a semblé profitable, car j'estimais que ce type de recherches permettrait d'apporter des connaissances nouvelles utiles pour la formation des maîtres elle-même. En effet, j'admets qu'il existe dans la formation des enseignants elle-même des pistes pour surmonter les difficultés des élèves, pour développer ou renouveler les réponses apportées par les maîtres.

3.2. Les objets de la recherche

Précisons davantage certains objets de cette recherche.

3.2.1. Les processus de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation

Les questions d'institutionnalisation et de dévolution étant centrales dans les adaptations proposées par nos ingénieries de calcul mental et de résolution de problèmes, une analyse des modalités effectives de gestion de ces processus m'a paru incontournable. J'espérais ainsi recueillir des informations sur les contraintes qui conditionnent les modalités de mise en œuvre de ces deux processus.

3.2.2. Recherche de régularités intra et interpersonnelles

Admettant l'hypothèse d'une cohérence, d'une cohésion et d'une stabilité des pratiques, j'ai été amené à rechercher, pour une part importante en collaboration avec Pézard, Peltier et Masselot, des régularités intrapersonnelles mais aussi interpersonnelles.

Avant de présenter rapidement les réponses apportées à cette question, il est nécessaire de revenir sur le cadre théorique dans lequel ces nouvelles recherches s'inscrivent. Il s'agit essentiellement de la double approche didactique et ergonomique élaborée par Robert et Rogalski (2002).

3.2.3. Une référence à la notion de genre

Nous avons emprunté en l'adaptant à notre objet de recherche la notion de genre, élaborée par Clot, pour décrire mais aussi pour interpréter les régularités intra et interpersonnelles que les analyses de nos observations avaient permis d'identifier.

Les concepts de genre et de style nous ont paru intéressants dans la mesure où ils permettaient de mettre en relation ces deux types de régularités. Les régularités intrapersonnelles relevant davantage de ce que Clot désigne par mémoire personnelle, les secondes renvoyant à ce qu'il désigne sous le terme de mémoire collective. Ces deux mémoires « *ayant à voir avec genre et style* » selon son expression.

L'idée d'un ensemble de ressources correspondant à l'éventail de choix possibles relevant du genre paraissait pouvoir expliquer les grandes catégories de choix effectués par les enseignants observés, et la rapidité de la stabilisation de ces choix.

Précisons plusieurs points qui caractérisent la manière dont nous avons adapté le concept de genre.

L'idée de catégorisation différencie notre approche de celle de Clot. Nous intéressant aux grands choix effectivement réalisés (et non potentiellement réalisables) par les professeurs observés, et aux stratégies qui en découlent, nous avons été amenés à hiérarchiser ces choix en prenant en compte contraintes et marges de manœuvre (Butlen, Peltier, Pézard, 2002). Cela m'a conduit à définir quatre dimensions intervenant dans la composition des pratiques : l'ordre du métier (Butlen, 2004) le i-genre, le e-genre et le style personnel (Butlen, Peltier, Pézard, 2002, 2004). Les trois premières participent de la notion de genre, la quatrième reprend la notion de style.

L'ordre du métier est un ensemble de réponses très voisines à des contraintes très fortes dont la variabilité restreinte relève du style.

Les i-genres et le e-genres permettent de décrire dans leur complémentarité mais aussi dans leur tension, les grands modes de réalisation effective des deux missions d'instruction et d'éducation.

3.3. Les apports de ces recherches

3.3.1. Les résultats

Les liens entre pratiques enseignantes et difficultés des élèves

Qu'apportent ces analyses des pratiques effectives à la question des difficultés des élèves ?

L'étude des pratiques permet d'envisager et d'expliciter des liens entre pratiques enseignantes et difficultés des élèves. Ces liens reposent sur l'analyse des mathématiques proposées par chaque i-genre à la fréquentation des élèves, mathématiques que nous pouvons cerner à l'aide des indicateurs définissant les i-genres. Ils reposent également sur la manière dont les rapports entre i-genre et e-genre interviennent sur les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation, les modes de réalisation de ces processus déterminant pour une part les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves.

Les trois i-genres et les quatre e-genres que nous avons identifiés ne sont évidemment pas identiques de ce point de vue (Butlen, Peltier, Pézard, 2002, 2004).

Les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves

Les deux premiers i-genres majoritaires présentent certaines caractéristiques qui peuvent limiter l'acquisition par les élèves des pré-requis mathématiques évoqués dans la première partie de cet exposé.

Les adaptations effectivement réalisées par ces enseignants des i-genres majoritaires peuvent limiter, voire interdire, la mise en place des cheminements spécifiques identifiés dans la seconde série de recherches que je viens de présenter.

La décomposition quasi-systématique des tâches proposées, l'algorithmisation des activités mathématiques qui en découlent revient davantage pour l'élève à parcourir les tâches-parcours qui peut lui permettre de les réaliser une à une- plutôt qu'à explorer la tâche générale, exploration qui lui permettrait d'en percevoir la structure globale et les composants. Cette manière de gérer la complexité des tâches, liée à une anticipation sur les difficultés des élèves, peut être à l'origine ou du moins renforcer certaines caractéristiques de ces élèves : manque d'adaptabilité des connaissances liée à un refuge dans la mobilisation d'algorithmes considérés comme toujours fiables par exemple, difficulté de généralisation et de décontextualisation.

Le faible nombre de phases de bilan et de synthèse, l'absence de phases d'institutionnalisation, qui peuvent s'expliquer par une individualisation excessive,

renforcent encore les constats précédents. Les élèves confrontés à ce type de pratiques n'ont pas accès, au même titre que les autres, aux savoirs de référence. Ils doivent les percevoir lors d'institutionnalisations menées sur un mode public voire individuel.

Des dérives possibles et leurs effets

J'ai mis en évidence des dérives et en ai analysé certains effets (Butlen, 2004, 2005). Ces dérives constituent une source de difficultés. Elles peuvent s'expliquer, là encore, par la manière dont les enseignants (novices ou débutants dans les recherches) réalisent le e-genre et le i-genre dans leur complémentarité mais aussi dans leur tension.

Certaines concernent le processus de dévolution (invention de la consigne, dévolution des conditions de réalisation de la tâche par exemple, convocation de domaines de rationalité variés pouvant rentrer en concurrence avec une validation relevant des mathématiques).

D'autres concernent le processus d'institutionnalisation : c'est le cas de la pratique consistant à privilégier l'explicitation des procédures à la hiérarchisation (notons à ce propos que i-genre 3 peut mener à la dérive inverse).

D'autres concernent le rapport à la vérité qu'entretiennent les objets mathématiques fréquentés à l'école élémentaire (Butlen, Masselot, Ngono, 2004). Les domaines de rationalité convoqués en sont un exemple (Ngono, 2002), le domaine de validité des connaissances en est un autre. Rentre aussi dans cette catégorie, la gestion de l'ambiguïté existant à l'école élémentaire entre argumentation, justification et explicitation, ambiguïté qui pour une part est inhérente aux modes d'apprentissages de ces objets (Butlen, 2004).

Ces quelques exemples montrent que le détour par l'analyse des pratiques a permis de mettre en relation les sources de difficultés précédentes permettant de caractériser les élèves en difficulté, et deux autres sources de difficulté liées aux pratiques : les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves, les dérives découlant de relations qu'entretiennent i-genre et e-genre notamment.

D'autres résultats sur les pratiques : contraintes, marges de manœuvre et modes de réponse

Nous avons également contribué, grâce à cette recherche et du fait de l'importance du détour effectué, à accroître la connaissance de l'existant, bien que ces connaissances ne soient pas toujours en rapport direct avec mes questions initiales.

*N*ous avons été amenés à préciser des contraintes auxquelles les enseignants exerçant dans ces écoles sont assujettis, les marges de manœuvre qui leur restent, les contradictions que provoquent ces contraintes, les systèmes de réponses apportées (Butlen, Peltier, Pézard, 2002, 2004).

Nous avons également montré que ces pratiques étaient le résultat d'un ensemble de compromis entre différentes contraintes qui déterminent l'activité du professeur.

Nous avons ainsi identifié plusieurs contradictions qui se révèlent être particulièrement fortes dans le contexte particulier des ZEP très défavorisées. C'est le cas notamment de la contradiction existant entre une logique des apprentissages et une logique de la socialisation. J'emploie le terme de contradiction, plutôt que de tension pour les désigner, pour deux raisons : par référence au concept philosophique de dialectique mais aussi parce que le dépassement de ces contradictions conditionne l'exercice même du métier de professeur des écoles. La fuite très importante des enseignants titulaires de ces lieux d'exercice en témoigne.

L'analyse des systèmes de réponses apportées par ces enseignants à ces contraintes et contradictions a débouché sur une catégorisation.

Cette meilleure connaissance des pratiques existantes débouche sur des pistes pour la formation initiale et continue que j'ai détaillées dans la quatrième partie de ma note de synthèse.

Certaines d'entre elles recoupent des préoccupations ergonomiques, d'autres relèvent de recherche en didactique des mathématiques, d'autres peuvent être à l'origine de recherches sur la formation.

3.4. Des pistes pour la formation des professeurs des écoles

Le schéma ci-dessous résume les entrées que j'ai choisies pour étudier des causes des difficultés rencontrées par les élèves en difficulté issus de milieux socialement défavorisés.

Nous pouvons distinguer, côté élèves, des manques en termes de pré-requis, manques que nous avons identifiés dans le domaine numérique lors de nos recherches sur le calcul mental. Ces dernières ont également permis de mettre en évidence la non prise en compte de cheminements cognitifs adaptés, ménageant notamment des étapes dans le processus de conceptualisation (décontextualisation, généralisation, réinvestissement).

Côté professeur, nous avons identifié des dérives et les malentendus qui peuvent en découler ; ceux-ci trouvent notamment leur origine dans les contradictions existant entre i-genre et e-genre d'une part, dans la maîtrise des gestes et routines professionnels associés d'autre part.

Ces constats permettent de poser de nouvelles questions de recherche mais aussi de formation.

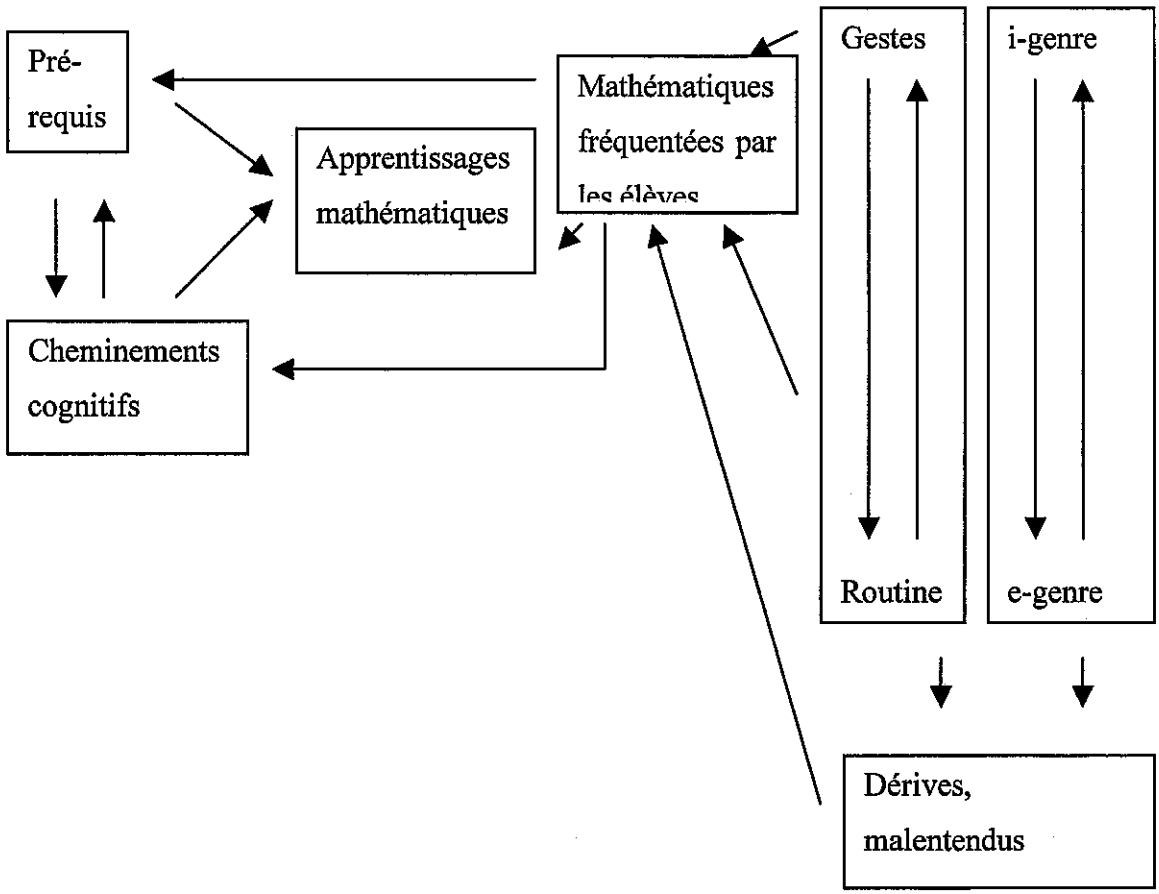
Je m'appuie pour cela sur un résultat d'ergonomie souvent minoré dans les recherches en didactique. Les enseignants seront plus à l'aise pour développer ou mettre en œuvre des réponses efficaces aux difficultés des élèves si l'exercice au quotidien de leur métier est confortable. Différents résultats de mes recherches peuvent permettre à la formation initiale (mais aussi continue) d'agir dans ce domaine, en respectant la diversité des pratiques observées, en assurant la mutualisation de ces pratiques et notamment des gestes et routines efficaces (Butlen, 2004), en développant des compétences professionnelles potentielles ou nouvelles existant notamment dans la dualité entre ordre du métier et style personnel, d'une part, entre entre i-genre et e-genre, d'autre part.

Je rejoins et affine une piste développée par Clot. De même que style et genre chez Clot sont sources de développement de compétences professionnelles, les rapports qu'entretiennent i-genre et e-genre le sont également. En effet, i-genre et e-genre sont deux dimensions complémentaires des pratiques mais pouvant parfois rentrer en compétition. C'est cette complémentarité et cette compétition potentielle qui est source de développement.
Notons à ce propos que j'ai théorisé à l'aide des i-genres et de e-genres (mais aussi à l'aide des contradictions que nos recherches ont mises en évidence) une vieille connaissance en actes de formateur, liée aux rapports entre approche didactique liée à une discipline et approche pédagogique générale

La mise en évidence de gestes et routines professionnels associés aux différents genres identifiés pose de nombreuses questions de formation.

Comment s'acquièrent ces gestes et routines ? Quelles situations de formation faut-il mettre en place ? A quel moment de la formation ?

L'organisation des pratiques que j'ai décrite permet d'envisager des alternatives nouvelles. Les contraintes pesant sur les pratiques des enseignants de ZEP sont tellement fortes qu'il est difficilement envisageable de viser une transformation brutale de leurs pratiques. Le risque de déstabilisation étant trop grand, les enseignants risqueraient (cela a été maintes fois constaté) de refuser en bloc tout changement proposé. Une intervention visant un enrichissement des routines semble une bonne entrée. En effet, les routines constituent le niveau d'organisation des pratiques le plus petit où l'observateur a accès aux grands choix stratégiques de l'enseignant (et donc au genre). En lui présentant des alternatives possibles en termes de routines et en lui donnant les moyens de leurs mises en œuvre (grâce à une explicitation des gestes professionnels associés), l'enseignant peut envisager des changements locaux, minimisant les risques de déstabilisation, mais questionnant ses choix globaux.



3.5. Perspectives de recherche

Enfin, je terminerai en soulignant la nécessité de développer de nouvelles recherches sur l'enseignement des mathématiques destinées aux élèves en difficulté.

Les différentes pistes que je viens d'évoquer me permettent de dégager un programme de recherche dont je n'évoquerai que quelques grandes directions.

Je ne développerai pas davantage les pistes pour la formation que je viens de pointer, pour me centrer sur des pistes de recherches relatives aux difficultés des élèves.

Mes recherches ont permis de dégager quatre sources de difficultés que j'ai mises en relation dans cet exposé. Deux concernent les élèves eux-mêmes. Les deux autres relèvent des pratiques enseignantes.

Ces quatre sources de difficultés, et surtout les liens qu'elles entretiennent et que je n'ai fait qu'aborder dans mes recherches, constituent autant de pistes de recherches nouvelles.

Je vais les présenter en me référant au schéma ci-dessus

3.5.1. Les pré-requis

Une première piste consiste à repenser l'ensemble des résultats accumulés par les recherches en didactique des mathématiques, notamment pour mieux comprendre les pré-requis faisant défaut aux élèves en difficulté, et pour élucider en partie l'origine de ces manques.

Les travaux sur le calcul mental, que j'ai évoqués ci-dessus, proposent d'ailleurs une approche de cette question. Il s'agit notamment de repenser en fonction des caractéristiques de ce public, les relations qu'entretiennent les différentes connaissances entre elles, la manière dont leurs développements se renforcent ou se contrarient et la manière dont s'organisent les recompositions nécessaires.

3.5.2. Les cheminements cognitifs

Il s'agit, en s'appuyant sur les analyses précédentes, de développer des recherches qui viseraient à mettre en évidence d'autres cheminements cognitifs, et les articulations qui peuvent exister entre ces différents cheminements. Quelles caractéristiques ont-ils en commun, qu'est-ce qui les distingue et comment les contenus mathématiques interviennent ?

Quels publics d'élèves concernent-ils ? Qu'est-ce qui les différencie en fonction du degré de difficulté manifesté par les élèves ?

J'ai choisi de m'intéresser au calcul mental, quel autre domaine des mathématiques enseignées dans le cadre de l'école obligatoire pourrait permettre de travailler cheminements cognitifs et pré-requis ?

3.5.3. Les mathématiques potentiellement fréquentées et mathématiques effectivement fréquentées

Quelles mathématiques sont privilégiées par les relations qu'entretiennent i-genre, e-genre notamment ? Il s'agit de définir les mathématiques effectivement fréquentées par les élèves et d'évaluer leurs effets sur les apprentissages. Comment cette fréquentation développe les pré-requis nécessaires aux apprentissages, comment ces mathématiques permettent-elles, favorisent-elles des cheminements cognitifs adaptés aux élèves en difficultés ou, au contraire, en limitent-elles l'existence ?

Là encore la question de la définition des contenus nécessaires pour mieux saisir ces mathématiques fréquentées et celle de la définition du public auquel elles sont destinées pour en préciser les effets se pose.

3.5.4. Dérives et malentendus

Enfin une dernière entrée réside dans l'exploration des dérives et des malentendus, provoqués par les rapports entre les quatre dimensions (ordre du métier, i-genre, e-genre et style) et dans quelle mesure ces dérives et malentendus interviennent sur les apprentissages des élèves.

Je terminerai cet exposé en soulignant que ce détour par l'analyse des pratiques enseignantes a permis de produire des connaissances sur l'existant, qui n'ont pas toujours un rapport direct avec la question des difficultés des élèves, mais qui permettent de la poser autrement, en dégageant de nouvelles questions de recherche sur les élèves en difficulté et sur la formation des enseignants.

BIBLIOGRAPHIE

Bautier E. (1995) : *Pratiques langagières, pratiques sociales. De la sociolinguistique à la sociologie du langage*, Paris, l'Harmattan.

Butlen D. (1985) : *Apport de l'ordinateur à l'apprentissage des écritures multiplicatives au cours élémentaire*, Thèse de troisième cycle de Didactique des Disciplines, option mathématiques, Paris, IREM de Paris VII, Université Paris VII

Butlen D., Pézard M. (1992) : Une expérience d'enseignement des mathématiques à des élèves de CE2 en difficulté, *cahier de DIDIREM n° 13*, Paris, IREM de Paris VII, Université Paris VII.

Butlen D., Pézard M. (1992) : Elèves en difficulté, situations d'aide et gestion de classe associée, *Grand N n° 50*, 29-58, IREM de Grenoble, Université Grenoble I.

Butlen D., Pézard M. (1992) : Calcul mental et résolution de problèmes multiplicatifs, une expérimentation du C.P. au CM_2, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 12.2.3, 319-368, Grenoble, La Pensée Sauvage.

Butlen D., Pézard M. (1997) : Rapports entre habileté calculatoire et prise de sens dans la résolution de problèmes numériques, étude d'un exemple : impact d'une pratique régulière de calcul mental sur les procédures et performances des élèves de l'école élémentaire, *Cahier de DIDIREM* n° 27, Paris, IREM Paris VII, Université Paris VII.

Butlen D., Pézard M. et al. (2000) : Calcul mental et résolution de problèmes numériques au début du collège, *Repères-IREM, n° 41*, 5-24, Topiques Editions, Metz, France.

Butlen D., Peltier M.L., Pézard M. (2002) : Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : cohérence et contradictions, *Revue Française de Pédagogie n°140*, 41-52, Paris.

Butlen D. (2003) : Les gestes professionnels des professeurs d'école débutants, leur acquisition en formation initiale In COPIRELEM, *Concertum, Carnets de route de la COPIRELEM*, tome 3, 76-86, ARPEME, Paris

Butlen D., Pézard M. (2003) : Une contribution à l'étude des rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes numériques à l'école primaire et au début du collège, *Spirale, Revue de Recherches en Education,* vol 31, 117-140, Lille.

Butlen D., Pézard M. (2003) : Étapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 23.1, 1-40, Grenoble, La Pensée sauvage.

Butlen D., Masselot P., Pézard M. (2004) : De l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école débutants nommés en ZEP/REP à des stratégies de formation, *Recherche et Formation,* n°40, (15 pages) Paris, INRP

Butlen D. Masselot P. (2003) : Usage d'outils issus du cadre de l'ergonomie cognitive pour l'analyse de pratiques enseignantes, In *ARDM, Actes de la XII*[e] *école d'été de didactique des mathématiques*, Corps, La Pensée Sauvage

Charlot B., Bautier E. et Rochex J-Y. (1992) : *École et savoir dans les banlieues... et ailleurs*, Paris, Armand Colin.

Fayol M. (1985) : Nombre, numération et dénombrement. Que sait-on de leur acquisition ?, *Revue Française de Pédagogie* n° 70, 59-77, Paris, INRP.

Fischer J-P. (1987) : L'automatisation des calculs élémentaires à l'école, *Revue Française de Pédagogie* n° 80, 17-24, Paris, INRP.

Julo J. (1995) : *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques, un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

Lahire B. (1993) : *Culture écrite et inégalités scolaires,* Lyon, Presses Universitaires de Lyon.

Legrand M. (1991) : Circuit ou les règles du débat mathématique, *in Enseigner les mathématiques autrement en DEUG A, première année*, Lyon, IREM de Lyon.

Peltier- Barbier M.L. et al (2004) : *Dur d'enseigner en ZEP,* Editions la pensée Sauvage, Grenoble

Resnick L-B. (1983): A developmental theory of number understanding, in H.P. Ginsburg (Ed), *The development of mathematical thinking,* New York, New York Academic Press.

Richard J-F. (1982) : Mémoire et résolution de problèmes, *Revue Française de Pédagogie* n° 60, 9-17, Paris, INRP.

Robert A., Rogalski J.,. (2002) :Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Canadian Journal of Science, Mathematics and technology Education (La Revue Canadienne de l'Enseignement des Sciences des Mathématiques et des Technologies)* 2(4), 505-528.