Actes

XXXVIè Colloque COPIRELEM

Des Professeurs et des Formateurs de Mathématiques

Chargés de la Formation des Maîtres

L'Enseignement des Mathématiques à l'Ecole : Où est le Problème?

à L'I.U.F.M d'Auch

3 4 5 Juin 2009

Colloque International Francophone

copirelem

SOMMAIRE

PRÉSENTATION

Remerciements 4
Comité scientifique 6
Comité d'organisation 6
Bilan scientifique 7
Présentation des actes 8
La COPIRELEM 9

CONFÉRENCES

S. BONNÉRY : « Topaze accusé » : un cas de figure pour penser sur les processus qui conduisent de l'incompréhension dans les apprentissages à la suspicion envers l'école 13

G. GUEUDET : Ressources en ligne, enseignement et apprentissage des mathématiques au premier degré 33

S. COPPÉ, C. HOUDEMENT : Résolution de problèmes à l'école primaire : perspectives curriculaire et didactique 48

ATELIERS

A1 : **A. KUZNIAK, C. TAVEAU :** Découverte d'un outil et d'activités pour favoriser le développement du raisonnement statistique dans l'enseignement primaire. 73

A2 : **C. CHAMBRIS :** Transposer en formation des résultats de recherche sur l'enseignement de la numération de position des entiers au cours élémentaire. 74

A3 : **I.BLOCH, C. OSEL :** L'apprentissage de la géométrie à l'école primaire : analyse d'une progression centrée sur les problèmes géométriques et leurs représentations. 75

A5 : **A. BRACONNE-MICHOUX, H. ZUCCHETTA, G. LAGAIN :** Une formation continue en géométrie cycle 3 : une entrée par les problèmes. Présentation du travail du Groupe IREM école collège de Lyon 76

A6 : **JC. RAUSCHER, R. ADJIAGE, T. BELIAEVA, V. DELOUSTAL-JORRAND :** Modélisation et écrits réflexifs : des outils pour apprendre ? Réflexions à partir d'une expérimentation en CM2. 77

B1 : **A. NOIRFALISE, Y. MATHERON :** Place des reproductions et des constructions dans les apprentissages géométriques 78

B2 : **MH. SALIN :** Situations et assortiments d'exercices pour l'enseignement des mathématiques aux élèves de 6ème et 5ème SEGPA. 79

B3 : **JL. DORIER :** Analyse a priori d'activités numériques sous forme de jeux (exemples issus des manuels suisses romands de première année primaire)....80

B4 : **S. PETIT, A. CAMENISCH :** Enseigner le zéro à l'école, où est le problème ?....81

B5 : **L. GRUNETTI ; F. JAQUET, P. SKILBECQ :** Un même problème, une diversité de procédures de résolution : comment les analyser ?....82

B6 : **J. BRIAND :** Question d'enseignants, question d'enseignement. Un partage d'expérience de formation avec des enseignants de cours préparatoire relativement à la construction de la numération. 83

B7 : **JP. et N. ABADIE, G. MARTIN :** Utilisation de l'atelier jeux mathématiques de l'IREM de Toulouse dans les écoles de l'Académie. 84

COMMUNICATIONS

C1 : **T. ASSUDE, P. EYSSERIC, MH. LALLEMENT, JL. IMBERT :** Un dispositif de formation continue « hybride » : les parcours Pairform@nce....86

C2 : **E. LAGUERRE :** La question du sens des mathématiques pour des élèves de l'école primaire illustrée par une étude du parallélisme et de la proportionnalité dans la cour. 87

C4 : **JF. GRELIER :** Reproduire et/puis représenter à l'école maternelle 88

C5 : **S. et K. HACHE :** TICE et recherche : des pistes d'échanges avec l'association Sésamath....89

D1 : **D. BLOCK :** Difficultés et réussites des enseignants mexicains de l'école primaire face aux programmes de tendance constructiviste de la dernière décennie....90

D3 : **HC. ARGAUD, MP. DUSSUC, J. DOUAIRE :** Alternance et formation en mathématiques - Des exemples en PE2 et en T1....91

D4 : **F. WOZNIAK, R. THOMAS, M. FRONT, Y. GRÉGOR :** Intégration d'un logiciel de géométrie dynamique dans la préparation au CRPE....92

D5 : **ML. PELTIER, J. BRIAND :** Le manuel scolaire, carrefour de tensions mais aussi outil privilégié de vulgarisation des recherches en didactique des mathématiques....93

D6 : **C. SILVY :** Site mathématique local d'un exercice. 94

REMERCIEMENTS

Pierre DANOS

Responsable du colloque

En 2004, le Colloque de la Copirelem a été organisé à Foix par Jean-François Bergeaut. J'y avais apporté ma petite contribution en construisant et en gérant le site internet. Dès lors a germé l'idée d'accueillir cette manifestation dans le Gers.

L'IUFM d'Auch est un site de l'Académie de Toulouse, une des plus vastes du territoire français. Petit par son nombre d'étudiants et de stagiaires accueillis chaque année, il n'en demeure pas moins chargé d'histoire par ses locaux hérités des anciennes écoles normales et dynamique par l'implication de son équipe d'encadrement.

Lorsque l'opportunité de revenir en Midi-Pyrénées s'est présentée en 2008, j'ai saisi l'occasion de montrer que le site d'Auch avait des atouts pour être candidat. Il a été finalement retenu après discussions au sein de l'équipe de mathématiques de l'IUFM, coordonnée par Jean-François Grelier.

La qualité de l'accueil a été appréciée par nombre de participants et je le dois à la mobilisation et à l'implication de tous les acteurs et partenaires. Avec la mastérisation de la formation des enseignants, l'avenir d'une telle structure n'est pas garanti, les flux d'étudiants et les décisions de l'Université de tutelle décideront de sa pérennité. Nous avons toutefois pu démontrer que les énergies existent et nous avons su les mobiliser autour d'une telle manifestation.

L'organisation de ce colloque n'aurait pas pu être réussie sans le concours de personnes et d'organismes qu'il convient de citer. Je souhaite remercier vivement :

- L'IUFM Midi-Pyrénées (École interne de l'Université de Toulouse II – Le Mirail), l'IREM de Toulouse, le Conseil Général du Gers et la Mairie d'Auch pour leur support logistique.

- La Région Midi-Pyrénées, l'ADIREM, la CASDEN (Banque Populaire Occitane), la MAIF et la MGEN (section du Gers) pour leur concours financier.

- Catherine Houdement, Présidente du Comité Scientifique, pour son travail constant d'organisation de la partie scientifique du colloque.
- Philippe Dumoussaud, Responsable Administratif et Financier du centre IUFM d'Auch, pour son aide précieuse dans l'élaboration des divers dossiers.
- Élodie Clastres, Laurence Marqué, Jacqueline Sérès, Olivier Despax, Philippe Gesta , Jacques Maystre et Max Van-Remoorthere, les agents du site, pour leur travail à l'accueil et à la restauration.
- Francis Roca, Chargé de Mission du centre IUFM d'Auch, pour son aide dans la relation avec les partenaires locaux.
- Maryse Segond, Responsable de l'IUT d'Auch, pour son aide dans la gestion de l'accès à l'amphithéâtre.
- Tous les membres du Comité d'Organisation pour leur accompagnement dans la gestion du colloque.
- Tous les membres de la Copirelem et du Comité Scientifique pour leur soutien et leurs relectures des différents documents qui suivent.

Bonne lecture de ces actes.
Pierre DANOS

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Catherine HOUDEMENT, Maître de Conférence, IUFM de Haute-Normandie, DIDIREM, Université de Paris 7, Présidente du Comité scientifique.

Xavier BUFF, Professeur d'Université, Université de Toulouse, Institut de Mathématiques de Toulouse, Directeur de l'IREM de Toulouse

Pierre DANOS, Formateur IUFM Midi Pyrénées, Centre d'Auch, IREM de Toulouse, COPIRELEM

Pierre EYSSERIC, Formateur IUFM d'Aix-Marseille, Université de Provence, IREM de Marseille, COPIRELEM

Pascale MASSELOT, Maître de Conférence, IUFM de Versailles, Université de Cergy-Pontoise, DIDIREM, COPIRELEM

Cécile OUVRIER-BUFFET, Maître de Conférence, IUFM de Créteil, DIDIREM Paris 7, COPIRELEM

Marie-Jeanne PERRIN, Professeur émérite Université d'Artois, DIDIREM

Arnaud SIMARD, Maître de Conférence, Université de Franche-Comté, IREM de Franche-Comté, COPIRELEM

COMITÉ D'ORGANISATION

Pierre DANOS, Formateur IUFM Midi Pyrénées, site d'Auch, IREM de Toulouse, COPIRELEM

Jean-Louis IMBERT, Formateur IUFM Midi Pyrénées, site de Tarbes, IREM de Toulouse, COPIRELEM

Jean-François GRELIER, Formateur IUFM Midi Pyrénées, coordonnateur de l'équipe Maths de la filière PE, site Croix-de-Pierre, Toulouse

Francis ROCA, chargé de mission site d'Auch, Formateur IUFM Midi-Pyrénées.

Madeleine VAULTRIN-PEREIRA, Formatrice IUFM Midi Pyrénées, site Croix-de-Pierre, Toulouse, responsable du groupe premier degré de l'IREM de Toulouse

Avec le concours des membres du groupe premier degré de l'IREM de Toulouse et des formateurs de Mathématiques de l'UP Polyvalente de l'IUFM Midi-Pyrénées : Monique COMBEAUD, Romy DELBREIL, Marie-Paule FOURNIER-RIGAL, Françoise GUY, Huguette LARROQUE, Isabelle LAURENCOT-SORGIUS, Jean-François BERGEAUT, Christophe BILLY, Hervé DEPECKER, Jean-Luc MORDWA.

BILAN SCIENTIFIQUE

Catherine HOUDEMENT

Présidente du Comité Scientifique du colloque

Le titre de ce colloque est ***Enseigner les mathématiques à l'école : où est le problème ?*** Ce fil conducteur a déjà relié les travaux du colloque de Bombannes (mai 2008).
Rappelons que le titre joue sur la polysémie du mot problème : place et rôle du problème dans les apprentissages mathématiques, difficultés des élèves à apprendre des mathématiques et à résoudre des problèmes, difficultés des enseignants à produire des apprentissages effectifs, aussi dans l'enseignement spécialisé.

La conférence d'ouverture de Stéphane Bonnéry (CIRCEFT-ESCOL, Université de Paris 8 St Denis), initialisée par un extrait du film Topaze de Marcel Pagnol, nous a emmenés dans les méandres des malentendus qui se créent et se jouent entre les élèves, leurs familles et l'école à propos des apprentissages : le ton était donné (l'effet Topaze qualifie l'un des glissements méta-didactiques pointés par Guy Brousseau), le texte de la conférence le confirme : les savoirs et l'activité cognitive des élèves peuvent ne plus être perçus, y compris par les enseignants, comme les raisons d'être de l'école, les difficultés des élèves peuvent être interprétées comme des pathologies, si les dispositifs didactiques ne considèrent pas aussi de leur responsabilité d'expliciter les attendus scolaires.

Ghislaine Gueudet (CREAD, IUFM Bretagne UBO), dans la seconde conférence, nous propose un regard sur les ressources en ligne disponibles pour les mathématiques du premier degré, leurs apports spécifiques et leurs usages. Elle questionne leur potentialité et leur utilité pour les enseignants comme pour les élèves.

La troisième conférence à deux voix, Sylvie Coppé (ICAR, IUFM, Université de Lyon 2) et Catherine Houdement (LDAR, IUFM, Université de Rouen) étudie les conceptions sur les problèmes qui ont traversé les différents programmes de mathématiques du primaire : elle fait des hypothèses sur les diverses influences (recherches en didactique des mathématiques, recherches innovation, finalités éducatives…) qui ont marqué ces conceptions.

Ces trois conférences sont consignées intégralement dans la Brochure des Actes.

Les ateliers et les communications sont présentés sous forme de fiches d'une page dans ce document, les versions intégrales des textes qui en sont issus se trouvent dans le cédérom. Rappelons que les ateliers ont proposé aux participants une réflexion initialisée par l'animateur à partir d'un exposé de travaux ou d'un questionnement ; les communications ont présenté, selon l'auteur, des pratiques de formation des Professeurs des Écoles ou des recherches universitaires, achevées ou en cours.

Comme dans tout colloque, les textes ont été examinés par le Comité Scientifique qui a sollicité les auteurs pour certaines réécritures. La très grande majorité a accepté et nous les en remercions. Je laisse au lecteur le plaisir de découvrir la richesse des thèmes traités au fil de la lecture des fiches descriptives.

Je tiens ici à remercier chaleureusement les membres du Conseil Scientifique pour leur professionnalisme et leur engagement dans les relectures au service de la diffusion d'une culture de formation à l'enseignement des mathématiques.

Au nom du Comité Scientifique, je souhaite remercier vivement le Comité d'Organisation (en particulier Pierre Danos) qui nous a accueillis en amis à Auch et dont le dynamisme et l'efficacité n'ont jamais failli, sur cette longue période qui s'étend de la préparation du colloque à la sortie des actes.

Catherine HOUDEMENT

PRÉSENTATION DES ACTES

Les actes se présentent sous la forme d'une brochure accompagnée d'un cédérom.

La brochure contient les textes intégraux des trois conférences et un résumé de chacun des ateliers et des communications présentés lors de ce colloque.

Les comptes-rendus complets des ateliers et des communications sont disponibles dans le cédérom.

CONTENU DU CÉDÉROM

- Texte intégral des conférences.
- Comptes-rendus détaillés des ateliers A et B.
- Comptes-rendus détaillés des communications C et D.

BONUS

- Liste des participants avec leur adresse électronique.
- Des photos du colloque.

LA COPIRELEM

Responsables 2008/2009 et 2009/2010 :

Pascale MASSELOT
Cécile OUVRIER-BUFFET
Arnaud SIMARD
Claire WINDER

La COPIRELEM, Commission Permanente des IREM sur l'Enseignement Élémentaire est constituée d'une vingtaine de membres issus, en 2009-2010, de 18 académies différentes. La plupart d'entre eux sont chargés de la formation mathématique des professeurs d'école en IUFM.

SES MISSIONS

Depuis sa création (en 1975), la COPIRELEM a pour double mission :

- d'une part, de regrouper et centraliser les travaux des différents groupes élémentaires des IREM sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et sur la formation initiale et continue en mathématiques des enseignants du premier degré ;
- d'autre part, d'impulser des recherches sur les points sensibles ou contingents liés aux changements institutionnels (programmes, organisation de l'école, formation initiale, etc....)

SES ACTIONS

Répondant à ses missions, elle s'intéresse simultanément à **l'enseignement des mathématiques à l'école primaire** et à **la formation des professeurs d'école**. Elle se réunit cinq fois par an pour mettre en œuvre et coordonner ses différentes actions.

➢ *UN COLLOQUE ANNUEL*

Regroupant de **120 à 180 participants** (professeurs d'école, formateurs et chercheurs), ces colloques permettent, depuis 1975, la diffusion des recherches en didactique des mathématiques, en France et à l'étranger.
Les derniers ont eu lieu à Auch (2009), Bombannes (2008), Troyes (2007), Dourdan (2006), Strasbourg (2005), Foix (2004), Avignon (2003). Le prochain se tiendra à La Grande Motte en juin 2010.
Les actes en sont publiés chaque année.

➢ *UN SÉMINAIRE DE FORMATION*

Il a accueilli chaque année entre 30 et 50 nouveaux **formateurs en mathématiques des professeurs d'école** en IUFM et les comptes-rendus de ses conférences, communications et ateliers ont été **publiés dans « Les cahiers du formateur »**. Les derniers ont eu lieu à Istres (2007), Blois (2005), Draguignan (2004), Avignon (2003).

➢ *DES PUBLICATIONS*

La COPIRELEM publie, seule ou avec d'autres instances (Commission Premier Cycle des IREM, APMEP, ...) des **documents destinés aux enseignants et/ou aux formateurs**.
En plus de la publication annuelle des Actes de son colloque et de son séminaire (voir ci-dessus), elle publie chaque année les **Annales du Concours Externe de Recrutement des Professeurs d'École**, avec l'intégralité des sujets de l'année et des corrigés détaillés assortis de compléments utiles à la formation en mathématique et en didactique des futurs professeurs d'école.
En 2003, la COPIRELEM a publié **« Concertum », ouvrage de référence** pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques. Sa traduction en espagnol est parue en mars 2006 et sa version en anglais est prête.

➢ *DES COLLABORATIONS AVEC LE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE*

Par la présence d'un de ses membres à la commission mathématique du CNP, la COPIRELEM a apporté **sa contribution à l'élaboration des programmes de 2002** de mathématiques pour l'école primaire ainsi qu'à la rédaction de leurs documents d'accompagnement.
Dès 2002, elle a été une force de proposition auprès du ministère pour la définition du contenu **du programme national pour le concours de recrutement des professeurs d'école** qui a été publié en mai 2005. La COPIRELEM a diffusé dès juillet 2005 **des propositions d'exercices** correspondant à ce nouveau programme et trois de ses membres participent à la commission chargée d'élaborer **les sujets nationaux du CRPE**.
La COPIRELEM a également travaillé avec l'Inspection Générale de l'Enseignement Primaire : trois de ses membres ont été sollicités pour la préparation d'un séminaire national de pilotage sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et pour l'animation d'ateliers au cours de ce séminaire qui a eu lieu à Paris en novembre 2007.

Ces échanges se poursuivent, notamment pour inciter à l'élaboration de documents de cadrage des nouveaux concours, et ceci à l'intention des concepteurs de sujets et des jurys.

SES AUTRES TRAVAUX ET PROJETS

- La COPIRELEM collabore avec **la revue « Grand N »** publiée par l'IREM de Grenoble et destinée aux enseignants du primaire. Les anciens numéros de la revue font actuellement l'objet d'une mise en ligne (http://www-irem.ujf-grenoble.fr/irem/revue_n/).
- La COPIRELEM est également présente par ses interventions dans les colloques nationaux et internationaux. Plusieurs de ses membres ont participé à EMF, en avril 2009, à Dakar notamment par l'animation d'un groupe de travail intitulé : « *Formation de formateurs en mathématiques pour les enseignants de l'école primaire : nos pratiques et interrogations* ». Par ailleurs, la COPIRELEM a été chargée de la table ronde « *Les mathématiciens face à l'Enseignement Élémentaire* » au Colloque ADIREM du CIRM en mars 2010.
- La COPIRELEM poursuit sa réflexion générale sur la nature des **mathématiques que l'on doit enseigner à l'école primaire** et les moyens dont on dispose pour le faire. Travaillant plus particulièrement sur **le calcul mental et la place des problèmes** dans l'enseignement, elle prépare des documents à l'usage des formateurs (IEN, CPC, …) : ces documents sont destinés à faciliter la compréhension, l'appropriation et la mise en œuvre de séances dans ce champ disciplinaire.

SES PUBLICATIONS

- Les Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques.
  Cahors 91 / Pau 92 / Colmar 93 / Angers 95 / Rennes 96 / Besançon 97

- *Les Cahiers du formateur* (de professeurs d'école en didactique des mathématiques)
  Perpignan 97 / Tarbes 98 / Aix 99 / Agen 2000 / Nancy 2001 / Pau 2002 / Avignon 2003 / Draguignan 2004 / Blois 2005 / Istres 2007.

- *Les Actes des colloques annuels de la COPIRELEM* (depuis 1990).
  Paris 90 / Nice-Besançon 91/92 / Aussois 93 / Chantilly 94 / Douai 95 / Montpellier 96 / Saint Etienne 97 / Loctudy 98 / Limoges 99 / Chamonix 2000 / Tours 2001 / La Roche sur Yon 2002 / Avignon 2003 / Foix 2004 / Strasbourg 2005 / Dourdan 2006 / Troyes 2007/ Bombannes 2008 / Auch 2009.

- *CONCERTUM : Carnet de route de la COPIRELEM* (édité par 1'ARPEME).
  Sélection de travaux qui résume l'activité de la COPIRELEM depuis 10 années :
  1. Apprentissage et diversité (371 pages).
  2. Démarches et savoirs à enseigner (415 pages).
  3. Outils de formation (219 pages).

CONFÉRENCES

Conférence

« TOPAZE ACCUSÉ » : UN CAS DE FIGURE POUR PENSER LES PROCESSUS QUI CONDUISENT DE L'INCOMPRÉHENSION DANS LES APPRENTISSAGES À LA SUSPICION ENVERS L'ÉCOLE ?

Stéphane Bonnéry,
MCF en Sciences de l'éducation
CIRCEFT-ESCOL, Paris 8
stephane.bonnery@wanadoo.fr

1 ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION À PARTIR DU CAS DE FIGURE « TOPAZE ACCUSÉ »

1.1 Présentation du cas fictionnel « Topaze accusé » et des limites de son caractère illustratif

Je voudrais d'abord partir d'un cas de figure fictionnel, tiré d'une pièce de théâtre qui a été filmée et dont nous allons commencer par regarder un court extrait.
C'est une entrée en matière qui me semble d'autant plus de circonstance avec des didacticiens des mathématiques, qu'il s'agit d'un extrait du premier Acte de *Topaze*, de Marcel Pagnol, dont une autre scène du même Acte (avec la dictée avec les « moutonS ») a inspiré en didactique des mathématiques la modélisation de « l'effet Topaze » (Brousseau, 1986, p.41). Au-delà du clin d'œil à celui-ci, qui n'est pas superficiel, car la dimension des difficultés d'apprentissage liées aux façons d'enseigner est essentielle dans mon objet, cette entrée en matière découle de ce que la scène que je vais utiliser m'a semblé mettre en jeu des questions qui sont proches de celles que j'ai traitées dans mes recherches, et que je vous présenterai après avoir vu cet extrait. Il s'agit de la scène XIII de l'Acte I, quand la baronne Pitart-Vergniolles accuse Topaze de favoriser un élève au détriment de son propre fils en… mathématiques ! Regardons la pièce filmée avant de présenter en quoi elle me donne à penser sur l'objet et les résultats de ma thèse.
[Visionnage de la scène XIII, Acte I… : les lecteurs de la conférence retranscrite peuvent s'ils le souhaitent se reporter à la pièce de théâtre, ce qui n'est pas indispensable pour accéder au traitement que j'en fais.]

Avant de présenter les « points communs » avec ma recherche, quelques précisons s'imposent quant à l'objet du propos. L'intérêt du recours à ce cas fictionnel est que les ressorts comiques accentuent des « traits » qui illustrent certains choix et résultats de la recherche, complémentaires de l'approche didactique. Mais bien sûr, au-delà du caractère comique et exagéré, la scène comporte des limites à ce que permet de penser ce « cas de figure ». La première limite réside dans le fait que les relations entre la baronne et Topaze sont socialement inversées par rapport à la situation qui correspond majoritairement aux « difficultés scolaires » : l'enseignant est socialement dominé ici, alors que les familles d'élèves qui connaissent des difficultés scolaires aujourd'hui sont plus souvent de milieux populaires. Une autre limite réside dans le contexte historique et social si différent entre les établissements populaires de la scolarité unique où j'ai enquêté et les pensions privées du début du vingtième siècle dont le public,

payant, était marqué par l'entre-soi aristocratique et bourgeois. Dernière limite qui sera ici pointée : on ne peut trancher dans l'interprétation : la baronne est-elle de mauvaise foi quand elle accuse Topaze injustement ou est-elle dans l'opacité sur les raisons qui ont conduit son fils à échouer au problème de maths tandis qu'un autre élève, Gigond, l'a réussi ?
Voyons donc en quoi les ressorts comiques de ce cas fictionnel accentuent des « traits » qui illustrent certains choix et résultats de la recherche, complémentaires de l'approche didactique me semble-t-il.

1.2 Les savoirs et l'activité cognitive évacués dans la perception de la situation par la mère et l'élève

La mère (la baronne) évacue quasiment l'incompréhension du problème de mathématiques. Elle focalise ses propos sur le sentiment d'humiliation du à la note et au classement, de façon déconnectée des savoirs qui ont été appris ou pas.
On va bien sur retrouver cette dimension dans la recherche : les évaluations sont moins perçues par les élèves en difficultés (et, ce que j'ai moins étudié, par leurs familles) comme des jugements sur leur personne, ou une comparaison entre élèves, que comme la désignation d'un apprentissage plus ou moins réalisé. Bien sûr, les modalités d'évaluation sont à interroger pour leur contribution à une telle perception par les familles. Mais retenons ici que cette scène illustre un phénomène récurrent : dans les différends entre les enseignants et les élèves qui sont dans l'opacité cognitive, la transmission-appropriation de savoirs est souvent « oubliée ».

Un autre élément dans la scène illustre un phénomène complémentaire. La baronne accuse Topaze de favoriser un autre élève en s'appuyant sur des éléments « superficiels » de la situation pédagogique dont son fils se serait plaint à elle (souligné par moi) :

« (…) LA BARONNE. - ***Et pourquoi n'a-t-il rien compris au problème? Je vais vous le dire, monsieur Topaze, puisque vous me forcez à changer de ton.*** *(Avec éclat.)* ***Mon fils a été le dernier parce que la composition était truquée. (...)*** *Le problème était une sorte de labyrinthe, à propos de deux* ***terrassiers qui creusent un bassin rectangulaire****. (…) Nierez-vous qu'il y ait dans votre classe un élève nommé Gigond ?*
TOPAZE. - Nullement. J'ai un élève nommé Gigond. (…)
LA BARONNE, brusquement. - ***Quelle est la profession de son père****?*
TOPAZE. - Je n'en sais rien !
LA BARONNE, à Muche sur le ton de quelqu'un qui porte un coup décisif. - Le père du nommé Gigond a une ***entreprise de terrassement****. Dans le jardin du nommé Gigond, il y a un* ***bassin rectangulaire****. Voilà. Je n'étonnerai personne en disant que le nommé Gigond a été premier.*
(…) TOPAZE, stupéfait. - Mais je ne vois nullement le rapport...
LA BARONNE, avec autorité. - ***Le problème a été choisi pour favoriser le nommé Gigond. Mon fils l'a compris tout de suite. Et il n'y a rien qui décourage les enfants comme l'injustice et la fraude****.*
TOPAZE, tremblant et hurlant. - Madame, c'est la première fois que j'entends mettre en doute ma probité qui est entière, madame... qui est entière...
MUCHE, à Topaze. Calmez-vous, je vous prie. ***Certes, on peut regretter que le premier en mathématiques soit précisément un élève qui, par la profession de son père, et par la nature même du bassin qu'il voit chez lui, ait pu bénéficier d'une certaine familiarité avec les données du problème.*** *(…) »*

Évidemment, l'accusation semble incongrue sur le plan mathématique, mais elle est, comme on va le voir, très illustrative de ce que j'ai pu observer dans les classes : quand les élèves sont dans

l'opacité cognitive sur ce qui fonde les jugements enseignants, sur ce qui fait une « bonne réponse » parce que les enjeux de savoirs sont invisibles ou opaques, alors ce que j'appelle les « signes extérieurs » les plus visibles de l'activité scolaire (est-ce qu'on retient la réponse qui est bonne ou « comme par hasard, toujours celle des mêmes élèves, les chouchous » ?… etc.). Et cela va nous conduire à interroger les façons d'enseigner pour ce qu'elles contribuent à produire comme opacité entre les aspects annexes de l'activité et ce qui relève des savoirs.

1.3 Les savoirs et l'activité cognitive évacués dans la perception de la situation par l'enseignant, qui incline plutôt à l'essentialisation

La dimension intellectuelle de la difficulté est tout autant évacuée par le monde scolaire. Par le directeur de la pension, M. Muche, qui veut donner satisfaction à la mère de crainte de perdre sa clientèle. Il est bien sûr improbable que dans la scolarité unique publique aujourd'hui un chef d'établissement exerce une pression sur un enseignant pour truquer des notes afin de conserver certains élèves, mais, même si ce n'est pas au cœur du propos, la constitution des classes telle qu'elle peut être objectivée dans certains établissements (il ne faut pas généraliser), pose parfois question non seulement sur le contournement du caractère « unique », donc mixé, de la scolarité, mais aussi sur le fait que dans ces cas-là, les regroupements semblent moins tenir à un regroupement par pur « niveau scolaire » des élèves, qu'à un regroupement de populations socialement très homogènes. En plus de l'injustice sociale qui est en jeu, cela minore le caractère central de la mission scolaire de transmission-appropriation des savoirs.

Plus centralement pour mon propos, ce qui est illustratif, c'est que l'enseignant lui-même, Topaze, oublie quasiment les difficultés (d'enseignement et d'apprentissage) liées au problème de mathématiques lui-même. Les explications sont essentialisées (au sens où elles sont vues comme étant portées « par essence » par l'élève sans que l'école n'y puisse rien), ici sous l'angle de la « médicalisation » :
« TOPAZE - Madame, cet enfant est en pleine croissance. (…) je veux vous parler dans son intérêt, et je sais que ma franchise lui sera utile, car les yeux d'une mère ne voient pas tout. (…) Regardez bien votre fils, madame. Il a un faciès terreux, les oreilles décollées, les lèvres pâles, le regard incertain. (…) Je ne dis pas que sa vie soit menacée par une maladie aigüe : non. Je dis qu'il a probablement des végétations, ou peut-être le ver solitaire, ou peut-être une hérédité chargée, ou peut-être les trois à la fois. Ce qu'il lui faut, c'est une surveillance médicale. (…) »

1.4 Conclusions

Dans nos recherches, nous avons abouti à des conclusions qui sont déjà illustrées ici.
L'évacuation des raisons de l'incompréhension du problème de mathématiques (y compris par le monde scolaire), croisée avec les accusations de favoritisme, conduit à plusieurs conséquences.

Cette évacuation déplace l'attention hors de la dimension intellectuelle, et elle conforte l'enseignant comme l'élève (ou la famille) dans sa propre interprétation : quand l'école n'insiste pas sur la dimension intellectuelle, a fortiori quand elle divulgue une vision essentialisée dépréciative des jeunes ou des familles, cela renforce le sentiment d'être victimes d'injustices et d'a priori ; quand la famille ou l'élève ne perçoit pas le caractère essentiel des apprentissages, cela renforce les visions que le monde scolaire se fait des élèves comme étant « par essence » indisposés vis-à-vis des apprentissages.

Cette évacuation de la dimension des difficultés propre aux apprentissages accrédite en outre l'idée latente selon laquelle l'école ne serait pas le lieu où il est normal de se confronter à de la difficulté pour apprendre, et que la difficulté relèverait d'une pathologie, qui ne peut donc pas être traitée dans l'enseignement ordinaire.
Et si l'explication des difficultés ne se fait pas par les savoirs, l'élève est conduit à en trouver une autre. L'accusation de favoritisme trouve alors toute sa place pour « expliquer » pourquoi certains élèves ont réussi et pas d'autres. En cascade, il faut bien expliquer pourquoi certains sont favorisés et pas d'autres... d'où l'accusation de mauvaises intentions personnelles ou socialement situées qui apparaît au travers de catégories d'insultes ou de reproches qui apparaissent. Dans la pièce de théâtre, les rapports sociaux de légitimité (Bourdieu, 1979) apparaissent bien même s'ils sont inversés par rapport aux accusations fréquentes de racisme ou de préjugés « des beaux quartiers » que les élèves profèrent fréquemment envers enseignants avec qui ils sont en conflit :
*« LA BARONNE - Mais qu'est-ce que c'est que ce **galvaudeux mal embouché** ? (…) Un **pion galeux qui se permet de juger les Pitart-Vergniolles** ! (…) Un crève-la-faim qui cherche à raccrocher des leçons particulières… »*

Ces différents aspects constituent une entrée en matière qui illustre certains choix structurants de la recherche.

2 CHOIX DE LA RECHERCHE

2.1 Élèves « en » difficultés ?

La préoccupation pour l'échec scolaire a augmenté dans la période où les élèves poursuivaient davantage les études et apprenaient davantage, car un faible niveau d'instruction ne signifie pas la même chose dans une société dont la moyenne d'instruction va vers le haut. La façon dont sont utilisés les termes de difficulté ou de réussite mérite donc d'être resituée dans le contexte de leur émergence et de leur évolution, ils méritent d'être déconstruits, car la façon dont on les utilise peut porter à des conclusions opposées (Isambert-Jamati, 1985).
Les discours de sens commun « expliquent » souvent les difficultés scolaires par le fait qu'elles concernent des élèves « en » difficulté ou « en » échec... et ainsi n'expliquent rien, en laissant penser que ces élèves connaissent des difficultés du fait de ce qu'ils sont « par essence » : c'est « en » eux, l'échec était programmé, l'école n'y pouvait rien. On voit bien en quoi cette conception conduit à des logiques fatalistes et alimente les volontés de renoncement à enseigner à tous les élèves les mêmes objectifs de savoirs ambitieux.
Cette désignation a une histoire aussi vieille que l'école, et a connu, dans le cadre des scolarités publiques obligatoires, des évolutions. Plusieurs recherches, principalement sociologiques, ont ainsi déconstruit des catégories différentes et successives procédant de façon diverse à une essentialisation des difficultés et à une vision fataliste.
La conception de l'échec a d'abord était médicalisée et Marcel Pagnol met dans la bouche de Topaze des propos qui, pour caricaturaux qu'ils soient, sont tout sauf anachroniques comme le montrent les recherches qui ont déconstruit cette médicalisation (Pinell et Zafiropoulos, 1978).
La difficulté scolaire a également longtemps été attribuée à la génétique, au fait que les élèves sont doués ou pas, explication biologisée qui, bien qu'elle ait été déconstruite depuis longtemps (Sève, 1964 ; Bourdieu & Passeron, 1964), est ravivée de plusieurs façons. D'abord par des discours qui convoquent les progrès de la génétique au service d'arguments mécanistes et fatalistes (à l'encontre de l'avis de généticiens tels qu'Axel Kahn – 2007). Ensuite par la montée

en puissance de l'idée de compétences, forme de psychologisation importée de l'entreprise (Ropé & Tanguy, 1994). Enfin par l'idée que chaque enfant aurait des « rythmes » propres, qui s'avère n'être qu'une variante de l'idée de dons autorisant à renoncer à des objectifs d'enseignement égaux (Sève, 1989 ; Rochex, 1995). Dans toutes ces conceptions, la difficulté est attribuée à l'individu-élève, à ses capacités personnelles, comme une fatalité. L'évolution des politiques compensatoire en Europe et en France en particulier, va dans le sens de cette individualisation pour nombre de dispositifs (Demeuze, Frandji et *al*., 2008). Comme cela a été mentionné par plusieurs recherches citées, on oublie un peu vite dans ces conceptions que la difficulté scolaire frappe plus souvent les enfants issus des classes populaires.
Les conceptions qui « expliquent » inversement la difficulté de façon sociologisante du fait d'un « handicap socio-culturel », prennent certes en compte les inégalités sociales de réussite scolaires. Mais elles attribuent la « responsabilité » aux familles de ce qu'elles ne sont pas spontanément dans la connivence avec la culture scolaire, ce qui revient encore une fois à une vision fataliste, désarmant l'école de sa mission à acculturer les élèves et considérant que les familles populaires présentent des déficits, comme de nombreux chercheurs l'ont montré (Charlot, Bautier, Rochex, 1992 ; Lahire, 1993 ; Bouveau & Rochex, 1995 ; Thin, 1998 ; Terrail, 2002…).
D'une autre façon les discours qui prennent comme allant de soi le fait que des jeunes rejetteraient l'école « parce que » elle véhiculerait une culture qui n'est pas la leur et face à laquelle ils opposeraient des « affirmations identitaires » cèdent très vite à une explication ethnicisée de la difficulté scolaire (Bonnéry, 2006). S'il faut prendre au sérieux le rejet de l'école par des élèves sur une base identitaire, nos premières recherches montraient au contraire que les élèves de classe-relais avaient, plus jeunes (et comme les jeunes ayant quitté l'école sans qualification – Broccolichi S., 1997) été des élèves sans conflit particulier avec l'école : le rejet de celle-ci, y compris sur des bases identitaires, ethnicisées ou sociales (et ce rejet n'est pas l'apanage des enfants d'immigrés), est le résultat d'un processus qui frappe bien davantage les élèves qui avaient en amont des difficultés d'apprentissage (Martin & Bonnéry, 2002).
Ce résultat est corrélé aux éléments quantitatifs que l'on connait à l'échelle du système scolaire : les écarts d'apprentissage (évaluations nationales – DEPP, 2009) sont présents dès l'élémentaire et vont croissant au collège, tandis que les indicateurs d'événements perturbateurs (conseils de discipline, etc.) sont quasiment absents en élémentaire mais font irruption au collège. Les difficultés d'apprentissage précèdent donc les difficultés comportementales dans la plupart des cas, alors que dans l'opinion courante, les difficultés scolaires s'« expliquent » par la désignation de ces élèves au travers de catégories essentialisées auxquelles on attribue l'insuffisance de dispositions scolaires comme l'attitude de rejet de l'école par les élèves.
Nous avons donc fait le choix d'orienter la recherche pour comprendre comment la grande difficulté et le rejet de l'école advenaient, au terme d'un processus que l'on met au jour en faisant une place centrale aux difficultés d'apprentissage, et en expliquant comment elles s'articulent aux difficultés comportementales.

De ce point de vue, il nous semble que le recours aux catégories essentialisées, à l'appellation globale « élève *en* difficulté » masque les difficultés précises qui existent face au savoir, donc la question même de l'enseignement et de l'apprentissage. En quelque sorte « l'élève en difficulté », c'est celui qui n'apprend pas spontanément lorsqu'on a enseigné de la façon qui semble « normale », sans que l'on n'interroge cette norme. Il est révélateur que la catégorie « élève normal » ait pour symétrique une autre catégorie, celle de « l'élève brillant ». De même que la difficulté est « en » eux pour les premiers, pour les seconds ce qui brille est en eux, l'école n'y peut rien. L'école serait limitée à jouer le rôle d'un abat-jour pour canaliser ce qui brille quand c'est le cas, et impuissante quand l'élève ne brille pas de lui-même. Au fond, ces catégories, si on ne les déconstruit pas, conduisent à penser qu'il y a les élèves brillants qui

comprennent spontanément les attentes scolaires, et les élèves en difficultés, responsables de leur échec du simple fait qu'ils ne sont pas dans la connivence. Ce qui empêche de penser l'école comme un lieu où il est normal de se confronter à de la difficulté d'apprentissage. Et ce qui nous empêche aussi de penser les inégalités sociales de réussite scolaire autrement que comme une fatalité quand on le rattache à un « manque » de préparation par la famille de l'enfant à avoir des dispositions d'apprenant scolaire.
Cela interroge l'image implicite de l'élève normal que ces catégories de sens commun nous imposent, qui est un élève possédant des « pré-requis » (Bourdieu & Passeron, 1964).
Or, c'est peu connu, et c'est contradictoire avec l'opinion courante d'une atténuation des écarts entre classes sociales, les catégories populaires restent majoritaires. On le sait au niveau du collège, donc avant le tri social de la fin de scolarité obligatoire, le parent déclaré responsable de l'élève occupe en pourcentage les professions suivantes (DEPP, *Repères et références statistiques*, 2009) :

Ouvrier :	27,6 %
Employé :	16,6 %
Sans activité :	7,6 %
TOTAL =	51,8 %

Dans un des pays de la planète qui a la plus forte corrélation entre le niveau d'emploi et le niveau de qualification, cela veut probablement dire que le parent responsable (le « chef de famille » est souvent le plus diplômé) n'a pas plus qu'un BEP, ce qui n'est pas un problème en soi, mais veut dire que ces parents ne peuvent pas refaire l'école après l'école sur nombre de contenus de savoir, ce parents ne pourront pas prendre en charge ce que l'école ne prend pas en charge.
Ils sont majoritaires. Comment peut-on donc à l'inverse faire fonctionner un système d'enseignement avec un modèle implicite de l'élève « normal » calqué sur la minorité d'enfants dont les familles font de l'éducation familiale une préparation permanente aux dispositions scolaires ?
Si les élèves de familles populaires manquent de quelque chose, c'est de connivence avec ce que l'école considère comme allant-de-soi sans être évident. Il est donc heuristique de renverser le point de vue et de considérer que ces familles ne manquent de rien, que l'élève normal pourrait être celui qui n'a comme recours que l'école pour apprendre les savoirs scolaires. C'est ainsi que nous posons la question des inégalités sociales de réussite scolaire, d'une façon qui n'est pas fataliste, puisqu'elle interroge ce qui est censé être déjà acquis pour pouvoir apprendre à l'école.

2.2 Une sociologie des dispositifs pédagogiques et de l'activité des élèves

Les recherches que nous avons conduites (Bonnéry, 2007, Bonnéry, 2009b)[1] ont ainsi consisté en l'étude des inégalités sociales d'apprentissage qui se construisent dans les dispositifs pédagogiques quand ceux-ci reposent sur trop d'implicites sociaux. Reprenant ainsi à notre compte les travaux initiés par la sociologie critique (Bourdieu & Passeron, 1964), nous nous sommes intéressé, de plus près que celle-ci (à la suite de recherches précédentes : ESCOL – Bautier, Charlot, Rayou, Rochex… ; GRS : Lahire...), à ce qui se joue dans les dispositifs pédagogiques précis, à l'intérieur même des façons d'enseigner et d'apprendre. On ne peut résumer l'école ni au fait qu'elle fabrique des inégalités, ni à celui qu'elle enseigne, donc participe à la démocratisation des savoirs. Ce n'est pas l'un OU l'autre, mais l'un ET l'autre. Bien que nous mettions ici l'accent sur les inégalités, celles-ci sont étudiées à l'intérieur d'une école

[1] Se reporter à ces publications pour les détails des modalités et des résultats de ces deux recherches.

conçue avant tout comme une institution qui enseigne. D'où la combinaison d'une sociologie de la transmission (Deauvieau & Terrail) et d'une sociologie des inégalités.

Il s'agit d'articuler deux regards. Le premier, sur les élèves, pour comprendre les difficultés précises face à des dispositifs pédagogiques, et pour comprendre comment le cumul de ces difficultés donne lieu à des processus qui se développent dans le temps pour que la somme de difficultés ponctuelles se transforme en blocage vis-à-vis de l'école, en décrochage de la scolarité. Pour comprendre cette évolution, les raisons pour lesquelles les difficultés semblent exploser au collège alors que les apprentissages sont déficients dès le primaire, nous avons donc suivi des élèves près de deux ans : le dernier trimestre de CM2, l'année de sixième et le premier trimestre suivant.
Le second regard porte sur les dispositifs pédagogiques auxquels les élèves se confrontent, donc sur les façons d'enseigner. Une précision s'impose tant est grande dans notre société la recherche de coupables, d'insuffisance de performances individuelles ou collectives, qui non seulement masque pour la recherche l'identification des phénomènes qu'il s'agit de comprendre, mais qui culpabilise aussi les praticiens et empêche de penser l'alternative éventuelle. Déconstruire, comme nous l'avons fait, les conceptions qui renvoient « l'explication » de la difficulté aux élèves ou aux familles expose en effet au risque de renvoyer, par mouvement de balancier, la culpabilité aux enseignants, ce dont il faut tout particulièrement se prémunir dans le contexte politique actuel. Nous considérons les pratiques enseignantes comme étant modelées par des évolutions sociales et des évolutions de la forme scolaire, par des conceptions dominantes et souvent implicites (de ce que c'est qu'enseigner, de ce qu'est un élève « normal »…), par des exigences institutionnelles, des programmes, des matériaux pédagogiques (manuels, fichiers…), des formations qui sont limitées. Bien sûr, les enseignants font des choix dans leur classe, et ont des façons de faire qui sont propres à chacun, mais ils mettent aussi en œuvre des façons d'enseigner qui ont des récurrences sans qu'ils soient forcément conscients de chacune d'entre elles.
Étudier comme nous le faisons la participation de ces formes récurrentes d'enseignement à la fabrication des difficultés et même des inégalités sociales de réussite scolaire, ce n'est pas considérer que les enseignants soient coupables. Pas coupables individuellement : on retrouve ces dispositifs pédagogiques dans toutes les classes observées. Pas coupables collectivement non plus car ils subissent des influences et véhiculent malgré eux des façons de faire dont ils ne connaissent pas forcément les effets. L'objectivation de ces phénomènes peut contribuer, nous l'espérons, à les armer. Cette précision est d'autant plus utile qu'après des années où le collège était brocardé hâtivement comme le « maillon faible du système », c'est au tour de l'enseignement primaire d'être montré du doigt, à l'appui du rapport du HCE en septembre 2007. Mais chacun des degrés du système, de la maternelle à l'université, fait successivement l'objet d'attaques disant que ce degré fabrique des inégalités. Cette façon de culpabiliser les praticiens d'un degré à tour de rôle poursuit des objectifs politiques sur lesquels je ne vais pas m'étendre tant il est évident qu'il s'agit d'attaquer à tour de rôle pour diviser. Mais il me semble être contre-productif, par mouvement de balancier, d'ignorer les constats bien réels au motif qu'ils sont enrôlés par ces attaques contre l'école publique. Il me semble préférable d'imposer la réflexion sur les explications de cette fabrication d'apprentissages inégaux, qui se pose sur l'ensemble du système. Quand nous analysons ce qui se révèle, lors du passage élémentaire-collège, des difficultés antérieures, c'est ainsi que nous pensons les choses : ces degrés sont sous pression particulière car, en tant que scolarité unique, s'y décident des destinées scolaires et sociales de l'ensemble d'une génération. Mais les mécanismes de fabrication d'inégalités d'apprentissage ne semblent pas très différents de ce qui se joue en maternelle (Bautier & al., 2006), au lycée ou dans le premier cycle de l'enseignement supérieur.

Dans l'étude de ce que nous appelons les « dispositifs pédagogiques », on se situe donc ici à une échelle intermédiaire de conceptualisation, entre les pratiques dans la classe et les évolutions des rapports sociaux et de la forme scolaire. L'étude des dispositifs comprend trois facettes : ce qui influence le dispositif, les traits saillants qui peuvent être typifiés en tant que dispositif, et ce que le dispositif influence à son tour. Nous ne les développerons pas toutes ici (en renvoyant pour les détails de cette conceptualisation à Bonnéry, 2009b), nous limitant à quelques traits saillants des dispositifs pédagogiques permettant de d'identifier ce qu'ils cachent aux élèves, ce qu'ils empêchent, ce qu'ils leur donnent comme possibilités, selon qu'elles sont laissées seulement ouvertes ou qu'elles font l'objet d'un guidage pédagogique. Les exemples ici mobilisés ne sont donc pas des « études de cas » isolées, mais des illustrations de phénomènes récurrents dans notre corpus. Au-delà de ces matériaux empiriques, les exemples utilisés ici sont sans doute typiques des traits saillants des dispositifs pédagogiques de la scolarité unique[2]. La fréquence de leurs modalités et de leurs effets permet ainsi la formulation de pistes de réflexion d'ordre plus général que les résultats de l'enquête.

Il s'agit de faire l'analyse sociologique des incompréhensions (de l'activité intellectuelle face à des dispositifs pédagogiques), en mettant l'accent sur ce qu'il y a de similaire, transversal, aux différentes disciplines scolaires. Cette sociologie est donc outillée d'apports de l'histoire et des didactiques des disciplines.

2.3 Terrains et méthodes

Nous fondons notre propos sur une enquête qui a consisté à suivre, dans le passage entre l'école élémentaire et le collège, seize élèves issus de quatre CM2 et affectés dans neuf classes de sixième.
Les écoles primaires ont été choisies à la fois avec des données sociales (dans un quartier populaire, socialement homogène avec beaucoup de précarité des familles) et des données scolaires : ces écoles ont parmi les scores les plus faibles de leur académie aux évaluations nationales CE2 et fournissent à leurs collèges de rattachement les élèves qui ont les scores les plus faibles aux évaluations 6ème, auxquelles ces mêmes collèges ont obtenu à leur tour les scores parmi les plus faibles de l'Académie. Il s'agissait en effet d'accéder à un terrain où il était probable d'étudier de la difficulté scolaire en train de se fabriquer, et de la difficulté scolaire socialement marquée, à l'instar de ce qu'indiquent les statistiques.
Les enseignants dans les classes desquels les observations ont été réalisées ne sont ni débutants ni proches de la retraite, ni indifférents à leur métier ni particulièrement investis dans des réseaux pédagogiques ou didactiques. Il s'agissait bien d'observer des dispositifs récurrents, dans des classes correspondant à un profil moyen et des enseignants de bonne volonté dont les outils professionnels sont les plus courants. Nous avons donc pu faire d'autant plus facilement abstraction de leurs singularités, en ne retenant que les traits saillants des dispositifs qu'ils mettent en œuvre.

Les élèves suivis l'ont été parce qu'ils ont été repérés en CM2 comme de potentiels futurs élèves en difficulté au collège. Mais la recherche le montre, s'ils ont pour spécificité de cumuler les difficultés d'apprentissage, ces difficultés ne sont pas d'une nature particulière. Par conséquent, notre étude de la construction de la grande difficulté scolaire produit un effet de loupe sur les

[2] Au sens institutionnel, la « scolarité unique » est l'ensemble des classes, du CP à la 5ème, où toute la classe d'âge est confrontée à un programme et un corps enseignant unifiés. Presque tous les élèves arrivant en 3ème générale, la « scolarité unique », au-delà de sa définition institutionnelle, englobe quasiment les degrés primaire et collège.

difficultés plus ordinaires que rencontrent et doivent surmonter les élèves que l'éducation familiale n'a pas rendu complice de ce que nous appelons les délits d'initiés de la culture scolaire.

Les observations longues dans les classes (126 h d'enregistrement audio en donnant la priorité au recueil de séquences complètes dans différentes disciplines) ont été accompagnées d'entretiens[3] avec les élèves et les enseignants, du recueil des documents distribués aux élèves et des productions écrites de ceux-ci, ainsi que des documents préparatoires des enseignants et de ce qui modèle le dispositif pédagogique (manuels, textes officiels, injonctions des inspecteurs…).

3 LE REGISTRE COGNITIF DE L'ACTIVITÉ DES ÉLÈVES FACE AUX DISPOSITIFS PÉDAGOGIQUES

3.1 « Magistral » ou « mise en activité » : questions en suspens sur les attitudes sollicitées chez les élèves

Le débat scolaire est saturé par les oppositions entre soi-disant « pédagogues » et soi-disant « républicains ». Mais les dispositifs pédagogiques observés empruntent à des conceptions différentes qui rendent caduque l'explication des difficultés scolaires par un abandon des formes traditionnelles comme par un trop grand maintien de celles-ci. Les slogans « passe partout » qui pèsent comme prescription de l'activité enseignante recouvrent en fait des dispositifs qu'il faut analyser dans le détail, pour identifier les savoirs, les dispositions et les types de raisonnement qui sont « pré-requis »[4] quand ils sont nécessaires à l'apprentissage alors que l'école ne prend pas en charge leur transmission.
Les pédagogies dites traditionnelles ont été critiquées notamment parce que les élèves ne voyaient pas assez le lien entre la leçon magistrale préalable et les exercices d'application qui la suivaient, cette leçon restait un énoncé « pour tous », non approprié par chacun des élèves.
Mais, par mouvement de balancier, le souci de chaque élève a donné lieu à des injonctions ambiguës telles que la promotion de « pédagogies individualisées », ce qui s'est traduit, par le biais des manuels, des injonctions officielles, des fiches d'activités toutes prêtes, etc., en dispositifs pédagogiques qui modèlent l'activité enseignante d'une autre façon sans résoudre le problème d'apprentissage. On a ainsi opposé au schéma « leçon-application-contrôle » des séances ternaires où la première phase de découverte de la notion (qui doit être « construite » par l'enfant, c'est-à-dire redécouverte pour mieux se l'approprier) précède la phase de formalisation du savoir (identification avec les termes de la discipline), puis le contrôle de connaissances.
On retrouve ainsi à un niveau plus général pour différentes disciplines le constat précurseur formulé par Halté (1993, p.33) à propos de l'enseignement du français. Les façons d'enseigner les plus répandues aujourd'hui mélangent des logiques différentes et notamment des emprunts à des formes pédagogiques anciennes et à d'autres plus récentes. Les dernières ont déstabilisé les premières sans pour autant s'y substituer, donnant lieu à un assemblage qui ne correspond ni à ce que certains critiquent comme des « pédagogies frontales », ni à ce qui permettrait à tous les élèves, selon des conceptions plus récentes, de « construire » le savoir.

[3] Trois entretiens répartis sur la durée avec chaque élève, visant notamment chaque fois à faire dire aux élèves leur interprétation des séances observées et des productions écrites recueillies.
[4] Nous reprenons là des hypothèses de Bourdieu & Passeron (1964) selon lesquelles l'école ne donne pas à tous ce qui est nécessaire pour apprendre, mais en mettant ces hypothèses à l'épreuve d'observations de classes.

Mais que la leçon magistrale précède les exercices d'application comme autrefois ou que les savoirs soient induits dans des tâches de façon diffuse pour que l'élève les « construise », l'appropriation effective suppose une *attitude cognitive d'appropriation* : faire le lien entre les tâches et le savoir. Cette posture est indispensable à la réussite scolaire. Or, notre recherche montre que les dispositifs pédagogiques ne prennent pas en charge son développement chez les élèves. Dès lors se multiplient des « malentendus socio-cognitifs » (Bautier & Rochex, 1997) : l'élève travaille à côté des enjeux d'apprentissage en croyant faire ce qui est demandé, dans ce que nous nommons une *attitude de conformité* déconnectée d'une *attitude d'appropriation* ; et le professeur, voyant l'élève travailler, croit que celui-ci s'engage dans l'activité intellectuelle pertinente.
Plus particulièrement, il arrive souvent que les élèves se focalisent sur la dimension visible des prescriptions enseignantes : accomplir un exercice, arriver au résultat, avoir une bonne note... sans conscience que ces tâches ne sont que le moyen pédagogique de comprendre ou consolider un savoir, ce qui est rarement explicité. Ces élèves sont plus fréquemment issus de familles populaires. Au contraire, pour d'autres élèves, cette double dimension des tâches est évidente : ils vivent dans des familles imprégnées des logiques scolaires, où toute action des adultes envers les enfants est sous-tendue par une volonté éducative et où des habitudes de type scolaire ont déjà été progressivement construites : désignation du lien entre activité et apprentissage, utilisation d'anecdotes pour en tirer des règles générales, attention à la précision du vocabulaire, travail autonome avec obéissance non pas à une personne mais à des règles dépersonnalisées... (Bernstein, 1975). Les familles populaires, faute d'études longues, n'ont pas intégré ces formes d'éducation scolaire. Mais l'École fait comme si ces dernières étaient pré-requises pour l'apprentissage.

3.2 Exemple

Une séquence de technologie en CM2 illustre ce propos. Elle porte sur la schématisation des circuits électriques. Lors d'une des premières séances, l'enseignant ne fait pas un cours magistral mais induit de façon invisible la notion à découvrir, celle de « circuit fermé / ouvert ». Pour cela, il distribue du matériel pour monter des circuits ainsi qu'une fiche photocopiée à partir de laquelle les élèves doivent travailler en autonomie. Plusieurs exercices demandent de réaliser différents montages et interrogent « que se passe-t-il ? ». L'écolier doit alors répondre par exemple « l'ampoule s'allume ». Les élèves suivis (qui, rappelons-le, connaissent des difficultés d'apprentissage) réalisent de façon morcelée chacun des exercices précédents et ne comprennent donc pas à quoi réfère, tout en bas de la fiche, la dernière question : « Qu'en conclues-tu ? ». Pour eux, ce n'est qu'une question parmi d'autres. Ils ont eu « juste » aux précédentes et ont la moyenne. Ils ne réalisent pas l'écart entre la résolution de tâches morcelées et les apprentissages de savoirs attendus. Le malentendu est partagé : pour l'enseignant (et le manuel d'où la fiche est tirée), il est incontestable que le but réel n'est pas la résolution de chacun des exercices mais leur mise en lien. Il est aussi évident que la fiche ne doit pouvoir conduire, si les exercices sont réalisés, qu'à la construction du savoir. Or, ce n'est pas le cas. La fiche *met au travail* les écoliers sur des tâches visibles et se contente de *mettre en présence* du savoir induit. Ainsi, seuls les élèves ayant acquis ailleurs une *attitude cognitive d'appropriation* et non pas seulement de *conformité* aux tâches prescrites, peuvent réaliser seuls ce saut intellectuel.

3.3 Quelques influences portées par le dispositif et leurs conséquences sur un cadrage inadéquat de l'activité de l'élève

L'influence de la « pédagogie individualisée » n'est pas seule en cause dans ce processus, mais elle y contribue quand cette prescription conduit les dispositifs pédagogiques à renverser la priorité de l'énoncé magistral (le savoir au centre) vers la résolution successive de tâches (le cheminement visible, l'élève au centre), renversement de priorité qui ne permet pas de mettre les deux en lien, de conduire chaque élève à la maîtrise du savoir.
Plusieurs influences s'exercent pour modeler le dispositif pédagogique. Au point que l'on peut regarder celui-ci comme le résultat d'une « composition sous influence », pour reprendre la formule que Martinand (1999) utilise à propos des programmes.
Une autre de ces conceptions prescriptrices de la pratique est la conception psychologisante d'un élève « spontanément autonome ». Elle favorise la prédominance d'une certaine conception de l'individualisation du travail qui est majoritaire dans nos observations. Elle consiste à laisser l'élève étudier seul dans un cadre, dans une situation censée le guider, d'où le recours massif aux fiches individuelles. C'est à l'élève de savoir qu'il doit mener l'enquête sur ce que chaque situation est censée lui faire découvrir, c'est à lui de se mettre spontanément en activité sur les bons objets d'apprentissage. Cette forme d'« individualisation » (au sens d'une faible régulation collective et institutionnalisée de la progression des apprentissages dans la classe) semble être une telle « évidence » portée par la majorité des dispositifs pédagogiques, que ces derniers sont finalement peu pensés pour « cadrer » l'activité de l'élève de façon adéquate sur l'objet de savoir : cela reste du domaine de l'implicite, du possible à condition de mobiliser des dispositions dont le développement n'est pas réellement pris en charge par l'école.
Le *cadrage* fait en début d'activité est en effet généralement trop diffus et ne permet pas, contrairement à ce que les théories de l'enseignement (le « constructivisme » notamment) promeuvent, d'éviter à l'élève les « bifurcations didactiques » (Margolinas, 2005) qui s'avèrent être un égarement sur de fausses pistes intellectuelles, lorsque ces élèves résolvent des tâches déconnectées des enjeux de savoir. Or, faute d'avoir face à soi des apprenants qui soient suffisamment complices des évidences scolaires pour suivre les bonnes pistes induites implicitement, les enseignants sont obligés de réguler l'activité de l'élève de façon très étroite en cadrant cette fois la tâche sur des consignes opératoires de résolution de mini-tâches successives afin qu'ils « réussissent » plusieurs exercices indépendamment les uns des autres même si c'est sans comprendre le savoir. On retrouve ici les constats de didacticiens des mathématiques (Butlen, Peltier, Pézard, 2002), mais à un niveau plus général pour l'ensemble des disciplines.

Ainsi, contrairement au discours convenu, l'individualisation de l'enseignement ne procède pas d'une appropriation par chaque élève des savoirs en jeu dans la séance. Il s'agit plutôt d'une mise en activité dé-collectivisée qui organise de fait la classe comme un marché concurrentiel (la compétition inhérente à l'« égalité des chances ») dans lequel les activités de résolution de problèmes proposées ne peuvent en fait être menées à bout que par les élèves qui disposent de « pré-requis ». On voit ici combien le débat dichotomique entre « le savoir au centre » et « l'élève au centre » peut ressembler aux deux faces inégalitaires du conservatisme et du libéralisme pédagogique, qui restent étrangères à l'appropriation par chaque élève des mêmes contenus de savoir dans le cadre institutionnel.
Sur l'exemple précédent, seuls quelques élèves savent au préalable que toute activité scolaire vise une acquisition et ont donc une idée approximative des finalités cachées de la tâche. Avant de se lancer dans les exercices successifs, ils commencent par chercher le principe organisateur de la séance qui est souvent caché en bas de la fiche. Identifiant qu'ils doivent « en conclure » quelque chose de général, les exercices sont appréhendés autrement : leurs « essais – erreurs » successifs (pour que l'ampoule s'allume) leur permettent des comparaisons et de conclure que

les éléments doivent être nécessairement reliés pour qu'il y ait conduction d'électricité. Ils sont alors les seuls à fournir les bonnes réponses oralement au moment de la correction de l'activité. Ce qui est censé être « la formalisation collective du savoir » découvert par chacun dans l'activité est en fait un moment lors duquel les « bons » élèves disent à haute voix ce que les autres n'ont pas trouvé, englués dans une résolution de tâche disjointe du savoir.

L'exemple précédent est typique des supports distribués aux élèves qui sont censés cadrer leur activité. Souvent sous forme de fiche (photocopiée ou dans des fichiers personnels qui remplacent les manuels), ces supports constituent une liste de consignes qui doivent guider l'activité de l'élève, par étapes successives, vers un cheminement intellectuel théorique. Mais le plus souvent, ce qui constitue le cœur de la fiche est opaque : dans l'exemple ci-dessus, il est attendu que l'on compare les différents exercices et leurs résultats pour dégager une notion, celle de conduction d'électricité, ou du moins, que l'on dégage deux grands cas de figure réunissant les conditions pour que l'ampoule s'allume ou pas ; mais cette conclusion ne peut apparaître que si l'on met en relation les différents exercices de la fiche, si on les compare en ayant en tête qu'il faut dégager des cas généraux indépendants de chacun des exercices. Les élèves qui mobilisent une attitude de conformité à ce qu'ils croient être demandé ne peuvent pas y arriver : ils résolvent chaque exercice isolément, sans imaginer qu'il faille les confronter.
Mais cela n'a pas été enseigné, c'est resté implicite car cela paraît « évident » : évident à l'enseignant qui utilise la fiche, mais plus généralement au concepteur de celle-ci (puisque rien n'est stipulé qui explicite les réels attendus dans le fichier dont elle est extraite), comme à la culture scolaire dans son ensemble puisque ce cas se retrouve de façon répétée dans les supports utilisés dans chacune des classes observées.

Le cadrage de l'activité de l'élève est en général d'abord trop faible dans ces fiches : elles laissent chaque élève s'engager avec les attitudes et sur les pistes qui lui viennent spontanément, les laissant s'engager sur de fausses pistes. Les recadrages de la tâche sont alors trop étroits dans un second temps : ils portent moins sur la relation entre l'exercice et l'identification d'un savoir que sur la résolution ponctuelle et morcelée de l'exercice pour « valoriser » chaque élève et permettre des réussites ponctuelles, sans obliger chacun à réaliser les sauts cognitifs (de la succession de cas à la généralité par exemple, ou pour transférer des notions par leur application dans d'autres exercices, etc.)

Ceci nous conduit à penser que les élèves qualifiés de « brillants » sont en fait ceux qui bénéficient de délits d'initiés face à la culture scolaire : ils entendent ce qui n'est pas dit (ou dit à demi-mot) et savent ce qui est exigé sans être enseigné. Le fait que les autres, la majorité, se confronte à des difficultés, n'est pas surprenant. Et ce ne le serait pas non plus si les dispositifs pédagogiques étaient débarrassés de bon nombre d'implicites car le développement chez chacun des dispositions à réaliser ces sauts cognitifs et à s'approprier les savoirs requiert des efforts, des rectifications, des retours sur l'activité. Mais telle n'est pas la priorité des dispositifs pédagogiques majoritairement observés : la phase de découverte des savoirs est suivie par une très rapide phase d'institutionnalisation de ces savoirs où seuls quelques élèves énoncent à haute voix ce que d'autres n'ont même pas soupçonné. La conception usuelle est qu'il est « normal » de mettre en œuvre le cheminement intellectuel à partir de ce cadrage faible.

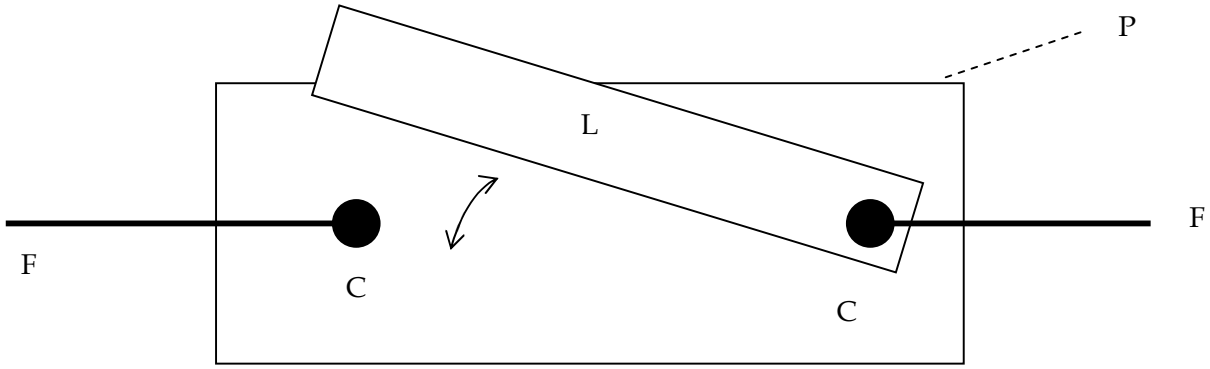
La récurrence de ces résultats dans la plupart des différents dispositifs analysés ne doit conduire ni à la culpabilité, ni à la fatalité. Au contraire, cela interroge les outils dont disposent les enseignants et les conditions faites pour leur formation.
La récurrence de ces dispositifs explique que la succession de difficultés ponctuelles non résolues produisent des lacunes irréductibles dans les acquisitions quand trop de retard est pris.

Il reste maintenant à montrer comment il est possible que ces incompréhensions soient davantage perçues au collège qu'en primaire, et comment les difficultés cognitives non résolues ont des conséquences sur le registre « identitaire ».

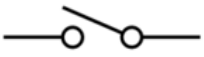
4 LE REGISTRE « IDENTITAIRE » DE L'ACTIVITÉ DES ÉLÈVES FACE AUX DISPOSITIFS PÉDAGOGIQUES

4.1 La personnalisation des apprentissages

L'introduction dans l'école des rhétoriques managériales ou psychologisantes sur la valorisation et l'estime de soi, sur « la mobilisation des acteurs » constitue de fait un terrain favorable au développement d'une forme de « personnalisation » des relations pédagogiques. Cette personnalisation se traduit par une signification moindre du caractère institutionnel de la relation pédagogique et des disciplines de savoir que l'enseignant représente. Elle se traduit aussi par une attribution de ce qui se joue en classe aux caractéristiques essentialisées des personnes en présence, qu'il s'agisse « d'explications » individuelles sur le registre affectif (le fait d'être « gentil » ou « méchant »), ou qu'il s'agisse encore « d'explications » collectives qui reposent sur les origines sociales ou supposément ethniques (les « profs racistes » par exemple).
Dans l'exemple précédent, une des séances vise à familiariser les élèves avec l'utilisation de schémas et de symboles. L'enseignant fait passer les élèves par une première étape de construction d'un interrupteur sur le modèle élaboré par les premiers savants qui ont travaillé sur l'électricité. Il s'agit d'un dispositif pédagogique « d'archéologie des savoirs » : en leur montrant les raisons pour lesquelles le savoir a été découvert et formalisé de telle façon, les élèves sont censés mieux le comprendre et se l'approprier. Nous représentons ci-dessous la vue aérienne de la construction qui doit conduire, selon le manuel utilisé, à comprendre que l'objet réel « interrupteur » peut être représenté de façon formalisée et codifiée par le symbole de l'interrupteur universel que l'on connaît aujourd'hui.



Vue aérienne de la construction

Légende : Symbole de l'interrupteur : 

P = "Planchette" en bois ; support de l'interrupteur.
C = Clous métalliques.
L = Lamelle recouverte d'aluminium pivotant sur l'un des clous et butant sur le second.
F = Fils raccordés aux clous.

Dans cet exemple, la personnalisation des relations pédagogiques conduit l'enseignant à focaliser l'intérêt de la séance sur la dimension de « construction d'un objet personnel par chaque élève » (dimension affective de motivation, conception « sociologisante » d'élèves de milieux populaires prédestinés à être plus « concrets »…). Pris dans le malentendu, les élèves les plus en difficulté de la classe ne perçoivent pas le rapport entre la séance de « fabrication » valorisant les qualités de bricoleur et la leçon sur le symbole en lien avec la conduction d'électricité. Comme le savoir est *mis en présence* des élèves, notamment au travers d'une étape « dessin de la construction » (entre la fabrication et le recours au symbole) et comme par ailleurs ce savoir émerge peu à peu des échanges du cours dialogué dans l'entre-soi de la classe, ils pensent que le recours au symbole est motivé par la seule nécessité de « simplifier » la représentation d'un interrupteur, d'une ampoule, etc. Ils restent dans une logique du « dessin épuré » en laissant de côté les explications orales portant sur le critère de conduction (par exemple, on ne représente pas la planchette qui est un élément isolant). Considérant à juste titre qu'ils n'ont pas besoin de ce raisonnement pour avoir « juste » à l'exercice, ils contournent, malheureusement à leurs dépens, le dispositif d'enseignement : le savoir leur échappe. Au-delà de l'exemple, c'est la multiplication de ce phénomène dans les différentes disciplines, en élémentaire comme au collège, qui participe à expliquer les inégalités d'apprentissage : seuls ceux qui connaissent hors l'école le type d'attendu scolaire saisissent le savoir en jeu dans l'activité.

En outre, en centrant l'attention sur ce qui « émerge » dans la discussion de la classe, le dispositif pédagogique provoque une certaine ambigüité quant au rapport que les élèves doivent entretenir aux savoirs. Car s'il peut paraître intéressant de montrer aux élèves les origines des savoirs, les dispositifs pédagogiques oublient souvent cet objectif d'attirer l'attention sur l'élément de culture rencontré, pour se contenter de faire « réinventer » dans l'entre-soi de la classe. On conduit en outre les élèves à croire que la représentation est simplifiée uniquement pour leur faire économiser des efforts parce qu'il en a été convenu dans la classe : « *C'est trop dur de dessiner les clous en entier et tout…* ». Quand les symboles sont écrits au tableau pour être copiés dans leur cahier, seuls quelques « initiés hors l'école » ont compris qu'il s'agit là de symboles universels qui font convention dans une discipline et pas d'une convention particulière au groupe classe qui a « construit » le savoir ensemble. Les dispositifs « psychologisés-personnalisés » masquent ainsi aux écoliers le fait que les savoirs ne relèvent ni de la décision de l'enseignant, ni de la leur. Ils leur laissent penser que le maître est « gentil » de leur épargner des efforts, sans voir que les critères selon lesquels l'enseignant va « formaliser » un savoir (retenir la réponse de tel élève plutôt que celle de tel autre) a un rapport avec le symbole aujourd'hui devenu universel. De fait, ils opacifient les critères d'évaluation du contrôle qui clôt la séquence, critères qui ne sont pas d'ordre personnel ou interpersonnel mais qui dépendent de normes propres à la discipline enseignée.
Paradoxalement, la manière dont s'est réalisée, par mouvement de balancier, la rupture avec une présentation jugée « dogmatique » des savoirs dans la « pédagogie magistrale » favorise chez les élèves une vision dogmatique de la personne adulte. Les élèves pensent que la condition principale de la réussite scolaire est de « tomber » sur un enseignant gentil qui épargne des efforts inutiles, propose des enseignements « faisables », etc. Il leur faut donc se faire bien voir par lui et essayer d'être « le chouchou ». Là encore, l'intention de ces formes pédagogiques n'est pas en cause, mais plutôt leurs conséquences effectives, apparemment ni plus ni moins démocratisantes que les précédentes.

4.2 Quand l'essentialisation et la psychologisation masquent le fait que les savoirs scolaires sont des espaces de conquête sociale. Les formes de l'opacité en élémentaire et au collège.

La personnalisation de l'enseignement se traduit aussi par l'engagement des élèves dans des expériences sensibles, en faisant appel à ce que l'*enfant* a éprouvé en dehors de l'école, pour l'amener vers un savoir dépersonnalisé, objectivé et formalisé que l'*enfant* ne connaît pas. Or, là encore, la posture d'appropriation, typiquement scolaire, est requise implicitement alors que la personnalisation des apprentissages interpelle l'enfant dans sa dimension individuelle, privée, intime. Les séances montrent que les élèves éloignés des évidences scolaires sont orientés vers de fausses pistes intellectuelles car ils restent focalisés durant toute la séance sur la thématique de l'entrée en matière du cours dialogué (par exemple l'expérience individuelle de la respiration), tandis que l'enseignant et les « meilleurs » élèves cheminent ensemble, de réponses en questions progressives, vers la découverte de la notion cachée en jeu dès le début de la séance (la fonction que remplit la respiration en permettant les échanges gazeux dans le corps).
Cette personnalisation de l'enseignement (alors que le savoir dont la transmission est visée ne peut être que dépersonnalisé dans la forme scolaire – Vincent et al., 1994) est renforcée par la psychologisation de la conception de la relation pédagogique. En effet, instruits de « l'effet Pygmalion » ou des risques de « dévalorisation de l'estime de soi », les enseignants observés consacrent beaucoup d'énergie à valoriser en permanence toute forme de participation, notamment à l'oral, pour maintenir « la mobilisation » sur l'activité. Mais comme le dispositif pédagogique ne permet pas à tous d'intervenir de façon pertinente au regard des enjeux de savoirs cachés, la valorisation se traduit autrement ; par exemple en félicitant l'élève d'avoir « essayé », ou pour des raisons extérieures aux apprentissages comme le choix d'une belle police de caractère pour dactylographier un texte libre néanmoins insatisfaisant… Cette traduction personnalisée et « affective » de l'école se rencontre dès lors plus fréquemment auprès des élèves en difficulté d'apprentissage. Elle n'est pas sans effet sur la suite de leur scolarité, notamment au collège où le temps moindre passé avec chaque enseignant raréfie les occasions de nouer une relation personnalisée avec lui, alors que les contraintes du programme dans un temps compté vont croissant. Les enseignants qui donnent des « *travaux infaisables* » ou « des *mauvaises notes* » sont vus sur ce même registre : ils ne sont plus « *gentils* », mais « *méchants* ». Cette personnalisation de l'enseignement peut déboucher sur de profonds ressentis d'animosité, voire de violences à l'égard des enseignants. Elle peut parfois dépasser le cadre interpersonnel et se traduire en sentiments d'injustice sociale collectivement partagés : ainsi, nos observations dans des collèges au recrutement populaire ont montré comment certains élèves confrontés à la répétition de mauvaises notes éprouvent le sentiment d'être victimes, d'être désignés non-conformes, et de l'être de la même manière que leurs « *copains de mêmes origines* ». Pris dans les malentendus sociocognitifs et dans ce registre personnalisant et psychologique, ils suspectent alors une malveillance de la part des enseignants à leur égard pour des raisons de discrimination raciale, sociale ou de genre ; comme le dit l'un des élèves suivis : « *C'est bizarre cette année, y'a que les noirs et les arabes qui redoublent* ».
Un enseignant qui lors d'un devoir demande de transférer une notion qui a été étudiée sur un autre cas appliqué est très vite alors soupçonné, par exemple par Amidou, de « faire étudier un truc qui a rien à voir avec l'interro » et même de donner les énoncés des contrôles à ses « chouchous » : « c'est bizarre, quand même, y'a que les blancs et les noichis qui savaient » (que ce ne serait pas le même exercice).
Pour quelques élèves, cette relation aux enseignants se généralise alors qu'elle n'était que ponctuelle en CM2. Par exemple, lors de la séance de technologie décrite, Leïla avait obtenu de

l'enseignante que le symbole de l'ampoule, dans la légende, soit complété de la mention « ampoule et support d'ampoule » : le pas de vis présent pour la commodité des manipulations étant conducteur d'électricité, la maîtresse avait accepté de considérer que le symbole de l'ampoule incluait la représentation du support. Deux autres élèves, Raffik et Dorda, avaient alors demandé à ce que la planchette sur laquelle sont plantés les clous (voir la représentation ci-dessus) soit symbolisée. Mais devant le refus de l'enseignante, pour des raisons énoncées mais incomprises par les élèves, Raffik souffle à l'oreille de Dorda : « laisse tomber, Leïla c'est la chouchou », signifiant que la sélection des « bonnes réponses » par la maîtresse dans ce cours dialogué ne relève que de caprices qui lui sont personnels. Mais en CM2, ces cas-là sont rares, isolés, et les valorisations régulières maintiennent, même si c'est sur une part de leurre, les relations pédagogiques.

Les enfants de familles populaires, au sens où ils sont majoritaires dans la scolarité unique, n'ont que l'école pour apprendre cette part de la culture que seule l'école peut leur enseigner : la culture savante, littéraire, etc. que les classes sociales au pouvoir se sont longtemps accaparée. Cacher cet aspect, pour des raisons « politiquement correctes » de non stigmatisation, c'est participer à cette illusion selon laquelle la confrontation avec la culture scolaire serait une affaire purement personnelle, c'est empêcher de mesurer le cheminement intellectuel nécessaire, forcément plus grand pour ces élèves que pour ceux, minoritaires, pour qui les implicites scolaires sont entendus.

Quand cet écart culturel entre l'école et les élèves de familles populaires n'est pas présenté comme un espace de travail et une possibilité d'appropriation, il passe d'abord inaperçu par les élèves concernés. C'est le cas le plus fréquent en élémentaire où il est davantage possible et fréquent de rassurer sur des dimensions « personnelles » extérieures aux apprentissages. Les élèves sont plus protégés des verdicts, ce qui a pour avantage de ne pas les démoraliser, mais pour inconvénient de ne pas désigner clairement les « sauts » cognitifs à opérer. Les élèves sont souvent félicités pour avoir « participé », « donné une réponse », en atténuant le décalage avec la réponse attendue, ce qui relève de louables intentions, mais qui ont pour effet de laisser les réelles exigences opaques.
De plus, en primaire, immanquablement, quand un élève a échoué à un exercice important, il est chaudement félicité dans la demi-journée qui suit sur des aspects annexes des leçons : il a choisi une belle police de caractère pour dactylographier la rédaction (qui ne correspond pas aux exigences), etc. La relation pédagogique est étayée artificiellement : l'enseignant n'est pas vu comme mettant toujours des mauvaises notes, mais pas davantage comme quelqu'un guidant vers des sauts cognitifs à franchir.

Mais cette illusion ne peut perdurer : le plus souvent au collège, les difficultés sont révélées, sans pour autant aider les élèves à les surmonter : le temps manque, les cours s'enchaînent, et les outils pédagogiques disponibles ne résolvent pas le problème... Les enseignants sont moins disponibles qu'en élémentaire pour aider à segmenter les activités en micro-tâches : on peut de plus en plus difficilement avoir « juste » sans procéder aux sauts cognitifs, sans s'approprier les savoirs.
Les élèves n'entendent que leur non-conformité, l'écart culturel est alors bien visible, mais leur semble infranchissable ; ils ne perçoivent qu'une altérité radicale, une différence sur un mode ethnicisé. Dans une société où les injustices sociales sont moins désignées comme telles, le masquage de ce que les savoirs scolaires sont socialement marqués au sens où ils ont été longtemps l'apanage d'une minorité empêche de penser leur appropriation comme une conquête sociale. Mais les élèves perçoivent confusément cette injustice, et brutalement leur non-conformité culturelle et les interprètent alors avec les catégories qui leur sont disponibles.

Dans ce contexte, les élèves ont parfois tendance à adopter des attitudes de « refus » de l'acculturation, qui ne font qu'amplifier leurs difficultés scolaires. De leur côté aussi, les équipes pédagogiques ne saisissent souvent l'expression de la distance culturelle que de façon insurmontable, à travers la thématique du « *handicap socio-culturel* ». Cette perception compassionnelle de l'écart social rend encore une fois l'élève et sa famille responsables de ne pas connaître les implicites de la culture scolaire.
Face à ce constat, ne faut-il pas penser que l'institution scolaire doit justement désigner cet écart culturel comme un fait « normal » puisqu'il concerne la majorité des élèves de la scolarité unique ? Le fait de donner ainsi à voir aux élèves que l'écart social avec la culture scolaire constitue non pas une anormalité mais l'espace de travail logique de la scolarité unique, pourrait les aider à mieux identifier le chemin à parcourir et à fournir aux enseignants des leviers pour leur pratique.

5 QUATRIÈME PARTIE. CONCLUSIONS ET RETOUR AU CAS « TOPAZE ACCUSÉ »

Au collège, en cours d'année, les exigences s'accélérant, les verdicts étant plus explicites (conseil de classe...), les élèves perçoivent que leur volonté d'être conformes se traduit par un échec. Et les dispositifs pédagogiques ne leur permettent pas davantage de développer une attitude d'appropriation. On voit alors progressivement croître une attitude de rejet des situations pédagogiques : l'investissement dans des révisions est discrédité par les résultats, les enseignants, sur le même registre qu'auparavant, basculent de l'image de « gentil » (donnant des activités faisables) à « méchant » (il met les élèves en difficulté).
Et il faut s'expliquer sa méchanceté, il faut s'expliquer pourquoi dans la classe les uns réussissent et pas les autres… La tentation est grande d'identifier les perdants à partir de critères ethnicisés sans percevoir que les enfants d'immigrés sont plus souvent, dans ces établissements, des enfants de familles très populaires qui sont en fait victimes non pas de pénalisations racistes de la part des personnes-enseignants, mais plutôt d'injustices sociales découlant des implicites véhiculés par les dispositifs pédagogiques.

C'est ici que les accusations de la baronne Pitart-Vergniolles à l'encontre de Topaze illustrent selon nous le fait que, lorsque l'interprétation des situations de classe n'est pas clairement ramenée par l'école sur les enjeux d'apprentissage de savoirs, on laisse libre cours aux interprétations disponibles à l'esprit des jeunes et de leurs familles, sur la base des éléments « de surface » dans la situation : dans les exemples précédents, les réponses de Leïla sont objectivement plus souvent retenues que celles de Raffik ou de Dorda, sans que le favoritisme n'entre en ligne de compte ; et si des élèves blancs et asiatiques connaissaient bel et bien plus souvent que les autres les attendus du contrôle ignorés par Amidou et ses copains, ce n'est pas parce qu'ils ont été renseignés par la maîtresse, mais parce que leurs familles ont un cursus scolaire plus important, et qu'Amidou ne considère pas comme « blancs » les copains qui le sont pourtant alors qu'ils habitent la même cité.
La relégation, le racisme, ne sont pas des fantasmes victimaires, mais bien une réalité de ces jeunes dans leur vie quotidienne : si les dispositifs pédagogiques ne donnent pas clairement à voir que ce qui est évalué est un apprentissage plus ou moins réussi, ni où se situent les « ratés » et les moyens de corriger le tir pour apprendre réellement, il n'y a donc pas à s'étonner que les

élèves interprètent autrement ce qui leur arrive, en tant que victimes du pouvoir « personnel » de l'enseignant.
Dès lors, quand l'élève perçoit l'enseignant comme quelqu'un de mauvaise volonté, il lui semble inutile de se donner du mal au travail. C'est même dangereux pour l'image de soi : mieux vaut se dire qu'on est victime voire « fainéant » quand on a affaire à des « profs qui dégoûtent » plutôt que de risquer de paraître bête si on étudie mais qu'on échoue.
D'autant qu'au collège, avec l'entrée symbolique dans l'adolescence, la pression du groupe de pairs à « faire son choix » entre les victimes ou les « bouffons » pèse progressivement de plus en plus lourd. Trahir le groupe de pairs qui s'amuse et rigole, c'est prendre le risque de se couper des amis du quartier, risque qui est d'autant moins pris par les élèves quand ils pensent n'avoir pas de chance de gagner sur le terrain des résultats scolaires.
Tous les élèves suivis, rappelons-le, s'ils avaient des difficultés à saisir l'activité cognitive sollicitée, étaient mobilisés en élémentaire, où la relation pédagogique était maintenue avec l'enseignant. Nous avons donc pu observer des processus de basculement d'une série de difficultés d'apprentissage de savoir, à un cumul de difficultés buttant sur les attentes implicites, et jusqu'à un rejet de l'école sur des bases relationnelles et identitaires.

Aucune des difficultés d'apprentissages observées ne relève d'une pathologie, ni d'une fatalité. Simplement, les dispositifs pédagogiques n'ont pas permis de les lever, voire ont contribué aux incompréhensions.
D'une part, cela montre qu'il y a un continuum entre les difficultés cumulées qui conduisent au décrochage et ces mêmes types de difficultés lorsqu'elles sont isolées (dans une discipline…) ou même lorsqu'elles sont surmontées. En fait, ce que nous avons décrit quant aux difficultés sur le registre cognitif produit un effet loupe sur les processus au travers desquels se réalisent les inégalités sociales de réussite scolaire : au travers d'apprentissages inégaux selon la connivence ou la méconnaissance des attendus scolaires implicites.
D'autre part, le fait que ces difficultés soient de type courant (même si cumulées elles produisent des effets graves) invalide toutes les catégories qui essentialisent l'interprétation des difficultés scolaires et les font percevoir comme une fatalité, alors que, comme dans le cas Topaze, elles viennent souvent obstruer la compréhension de ce qui se joue dans la classe, et même la compréhension par les praticiens des mécanismes dans lesquels ils sont impliqués.
L'oubli par les enseignants (socialement et institutionnellement influencés) de ce que l'appropriation des savoirs et les sauts cognitifs sollicités ne sont pas évidents et nécessitent une construction progressive et encadrée par l'école, leur fait minorer l'importance de ce qui se joue dans la confrontation des élèves aux dispositifs pédagogiques.
Les propos de Topaze, avec la caricature de l'essentialisation médicalisée, illustrent un phénomène récurrent : ces conceptions désarment les enseignants dans l'exercice de leur propre métier.
Au contraire, la remise en cause du modèle implicite de l'élève « normal », et sa redéfinition explicite comme devant, dans la scolarité unique, se baser sur l'enfant qui n'a que l'école pour apprendre les savoirs et les attendus scolaires, pourrait conduire à interroger les dispositifs pédagogiques. Et ce, sans se culpabiliser individuellement, mais en cherchant des solutions collectives pour élaborer de nouvelles façons de faire.
Évidemment, cela implique pour les enseignants d'avoir du temps de préparation et une réelle formation au métier et aux savoirs, comme cela implique le lien entre formation et recherche en éducation et le développement de celle-ci.

Sur le plan de la recherche, cela invite, comme vous l'avez fait en m'invitant, à permettre l'échange entre diverses approches de recherche, et pour ce qui me concerne, entre sociologie et didactique.
Si la recherche sociologique montre les limites _ comme y contribue, j'espère, notre équipe, et d'autres_ de l'appropriation par les enseignants des modèles didactiques et des apprentissages réellement réalisés par des élèves socialement marqués (et non pas lambdas, dont on pourrait se demander quel est le modèle social qui préside à sa définition), l'élaboration de nouveaux types de dispositifs pédagogiques conforte la place que devraient prendre des théories de l'enseignement des savoirs.

6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAUTIER É. & *al.* (2006), *Apprendre à l'école. Apprendre l'école. Des risques de construction des inégalités dès la maternelle*, Paris : Chronique sociale

BAUTIER É. & ROCHEX J.-Y. (1997/2007), Apprendre : des malentendus qui font la différence. I*n* Deauvieau & Terrail (eds), *Les sociologues et la transmission des savoirs.* Paris : La Dispute

BAUTIER É. & ROCHEX J.-Y. (1998), *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens – Démocratisation ou massification ?* Paris : A. Colin

BONNÉRY S. (2006), La question de "l'ethnicité" dans l'École : essai de reconstruction du problème, Sociétés et jeunesses en difficulté, n°1 : http://sejed.revues.org/document109.html

BONNÉRY S. (2007), *Comprendre l'échec scolaire.* Paris : La Dispute

BONNÉRY S. (2009a), Contenus, pratiques pédagogiques et échec scolaire. In Van Zanten A. & Duru-BELLAT M. (dir.), *Sociologie du système éducatif. Les inégalités scolaires.* Paris : P.U.F.

BONNÉRY S. (2009b), Scénarisation des dispositifs pédagogiques et inégalités d'apprentissage, *Revue Française de pédagogie*, n° 167, avril-mai-juin

BOURDIEU P. & PASSERON J.-Cl. (1964), *Les héritiers.* Paris : éd. Minuit

BOURDIEU P. (1979), *La distinction.* Paris : éd. Minuit

BOUVEAU P. & ROCHEX J.-Y. (1995), *Les ZEP, entre école et société.* Paris : INRP / Hachette

BROCCOLICHI S. (1997) Les abandons d'études avant la fin d'un cycle. *Bulletin d'information ONISEP* 518.

BROUSSEAU G. (1986), Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 7, n°2.

BUTLEN D., PELTIER M.L. & PÉZARD M. (2002), « Nommés en REP, comment font-ils ? », *Revue Française de Pédagogie*, n° 140

CHARLOT B., BAUTIER É. & ROCHEX J.-Y. (1992), *École et savoirs dans les banlieues… et ailleurs*, Paris : A. Colin

DEAUVIEAU J. & TERRAIL J.-P. (2007), *Les sociologues, l'école et la transmission des savoirs*, Paris : La Dispute

DEMEUSE M., FRANDJI D., GREGER D. & ROCHEX J.-Y. (2008) *Les politiques d'éducation prioritaire en Europe*, Lyon : INRP

DEPP (2009), *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, Ministère de l'Éducation Nationale

HALTÉ J.-F. (1993), *La didactique du français*, Paris : PUF

ISAMBERT-JAMATI V. (1985), « Quelques rappels de l'émergence de l'échec scolaire comme "problème social" dans les milieux pédagogiques français », *in* Plaisance Éric (dir.) *L'échec scolaire : Nouveaux débats, nouvelles approches sociologiques*, Paris : éd. du CNRS
KAHN A. (2007), Un gène ne commande jamais un destin humain, *L'Humanité*, 4 avril.
LAHIRE B. (1993), *Culture écrite et inégalités scolaires. Sociologie de l'"échec scolaire" à l'école primaire,* Lyon : PUL
MARGOLINAS C. (2005), Les bifurcations didactiques, *in* Mercier A. & Margolinas C., *Balises en didactique des mathématique*s, Grenoble : La pensée sauvage
MARTIN É. & BONNÉRY S. (2002), *Les classes-relais*, Paris : ESF
MARTINAND J.-L. (1999), La question de la référence en didactique du curriculum, http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a2.html
PELTIER M.-L. (2004), *Dur pour les élèves, dur pour les enseignants, dur d'enseigner en ZEP*, Grenoble : La pensée sauvage
PINELL P. & ZAFIROPOULOS M. (1978), La médicalisation de l'échec solaire, *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol.24/1.
ROCHEX J.-Y. (1995), « Des rythme scolaires ou la mystification du sujet », *Les cahiers de l'école et la Nation*
ROPÉ F. & TANGUY L. (1994), (dir.), *Savoirs et compétences. De l'usage de ces notions dans l'école et l'entreprise*, Paris : L'Harmattan
SÈVE L. (1964), Les dons n'existent pas, *L'école et la Nation*, n° octobre.
SÈVE L. (1989), « Touche pas à mon rythme », *L'école et la Nation*, n° 402, n° septembre
TERRAIL J.-P. (2002), *De l'inégalité scolaire*, Paris : La Dispute
THIN D. (1998), *Quartiers populaires. L'école et les familles*, Lyon : PUL

Conférence

RESSOURCES EN LIGNE, ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES AU PREMIER DEGRÉ

Ghislaine Gueudet,
CREAD, IUFM de Bretagne-UBO
Ghislaine.Gueudet@bretagne.iufm.fr

1 ELÉMENTS DE CONTEXTE ET QUESTIONS

1.1 Le contexte du premier degré

Nous retenons ici un point de vue large sur les ressources en ligne susceptibles de concerner l'enseignement des mathématiques au premier degré. Le nombre de ces ressources ne cesse de croître ; dans le champ des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain), les questions d'indexation donnent lieu à de nombreux travaux (Pernin 2006). Différents standards prévoient d'associer aux ressources des métadonnées, fournissant des informations sur leur contenu disciplinaire, sur les objectifs pédagogiques qui y sont associés. Il ne s'agit pas pour nous de nous pencher sur les questions d'indexation (quoique la question des dimensions didactiques de cette indexation soit fort importante, et peu abordée jusqu'à présent), mais de pointer d'emblée certaines distinctions qui sont utiles à notre étude. On peut ainsi classer les ressources :

- selon le ou les auteurs : sites web personnels, institutionnels ; ressources élaborées par des collectifs d'enseignants, associations en particulier ;
- selon les destinataires : élèves, professeurs des écoles, formateurs, autres acteurs du système éducatif. Ici il ne s'agit bien entendu pas de catégories mutuellement exclusives : une ressource pour les professeurs peut constituer également une ressource pour un formateur, par exemple. De plus certaines ressources peuvent être détournées de leur objectif : des ressources visant les élèves de collège peuvent être utilisées au premier degré ; certaines ressources ne sont a priori pas destinées à l'enseignement des mathématiques, et peuvent néanmoins être employées dans ce but, comme des extraits d'articles de presse etc. Néanmoins nous considérons comme Remillard (à paraître) qu'une ressource a toujours un public visé privilégié.
- selon la nature de la ressource[5]. Il peut s'agir de simples fiches au format pdf, ou de ressources qui mettent en jeu des éléments technologiques très avancés. On assiste ainsi actuellement au développement des « serious games », basés sur la réalité virtuelle et inspirés des jeux vidéo (voir à ce sujet le numéro spécial des dossiers de l'ingénierie éducative, n°65, 2009). L'écart entre fiche pdf et réalité virtuelle est extrême, du point de vue des possibilités d'interactivité. Sans aller aussi loin, on oppose aussi fréquemment les bases d'exercices en ligne (appellation que nous préférons ici à celle d' « exerciseur », nous expliquons ce choix au § 2) qui demeurent souvent à un niveau élémentaire d'interactivité et les logiciels libres offerts au téléchargement. Logiciels de géométrie dynamique (Déclic, Apprenti Géomètre, Tracenpoche…), logiciels issus de la recherche en didactique (Bonjour Poussins, A nous les nombres…), poseurs d'opérations

[5] Nous faisons figurer à la fin de ce texte une webographie, comportant les adresses de tous les sites que nous évoquons ici.

(par exemple celui développé par l'association Sésamath dans le cadre du projet Schène) semblent pouvoir constituer un apport technologique significatif.
Le choix des ressources retenues ici pour des exemples plus détaillés n'est pas lié à des critères de qualité. Il est motivé par différentes raisons, notamment :
- l'une des demandes formulées par les organisateurs pour cette conférence concernait les bases d'exercices en ligne. Nous portons donc ici un intérêt spécifique à ce type de ressources.
- nous avons retenu des ressources à propos desquelles nous avons effectué des recherches de terrain, qui nous permettent d'appuyer nos propos sur des observations faites en classe.
Dans le second degré, les travaux portant sur les ressources en ligne soulignent le recours massif à celles-ci (Bueno-Ravel & Gueudet 2007, Artigue & Gueudet 2008). Un tel constat ne peut être fait dans le cas du premier degré ; sans disposer de chiffres précis, on peut toutefois affirmer que les usages en classe de ressources en ligne en mathématiques sont nettement moins répandus à l'école primaire qu'au collège. L'équipement en ordinateurs des écoles reste peu développé (un ordinateur pour 12,5 élèves en moyenne en 2007, avec un objectif de un pour 10 en 2010), et les connexions à Internet sont très inégalement réparties sur le territoire. Bien entendu, l'absence de connexion est un facteur bloquant les usages de ressources en ligne. Il faut toutefois noter que le développement des usages n'est pas directement lié à l'équipement : ainsi, les calculatrices sont largement disponibles et demeurent cependant peu utilisées (Assude 2007). Ce constat est confirmé par le travail de Imbert (2008) à propos des usages des TICE au premier degré. Celui-ci a suivi les séances TICE réalisées par 15 professeurs des écoles durant 5 semaines. Pendant cette période, seuls 2 professeurs ont utilisé les TICE en mathématiques.
Pourquoi, dans ces conditions, s'intéresser tout de même aux ressources en ligne au premier degré ? Nous nous plaçons ici dans la perspective d'un développement à venir des usages de ces ressources. Cette perspective est conforme aux évolutions actuelles dans et autour de l'école, et aux projets institutionnels qui visent un large développement du numérique à l'école (mission e-Educ, 2008). Celui-ci doit être soutenu par différentes actions : distribution de clefs USB aux nouveaux enseignants, équipement Internet des écoles rurales, plate-forme d'identification des ressources et des usages, généralisation des Environnements Numériques de Travail, développement du portail PrimTICE… La volonté institutionnelle ne suffit pas pour bouleverser les pratiques en classe ; elle peut cependant constituer un facteur qui contribue aux évolutions.

1.2 Quelle(s) recherche(s), à propos des ressources en ligne ?

Les questionnements sur les ressources en ligne sont nombreux. Nous essayons ici de donner à voir largement l'état des lieux de la recherche sur ce sujet ; ceci nous amènera à nous pencher sur différents types de questions, que l'on pourrait regrouper de la manière suivante :
- quels usages de ressources en ligne par les élèves, quelles conséquences pour les apprentissages ?
- quels usages de ressources en ligne par les professeurs ; quelles modifications de leur travail, qu'est-ce qui permet l'appropriation d'une ressource, qu'est-ce qu'entraîne cette appropriation ?
- quels modes de conception des ressources, par et pour les professeurs de écoles ? Quels rôles pour les formateurs, les chercheurs ?
Du point de vue de la recherche, ces questions touchent de nombreux champs, dans la didactique des mathématiques et au-delà. Elles sont naturellement liées aux recherches qui prennent en compte les supports dédiés à l'enseignement. De nombreux travaux ont étudié ce qui est désigné en anglais par l'expression « curriculum material » : les manuels scolaires, mais aussi les instructions officielles, différents types de matériel… Ces travaux examinent les caractéristiques de ces supports, leur impact sur les apprentissages et l'enseignement (Remillard 2005 ; Margolinas *et al.* 2007). Le manuel scolaire, qui joue un rôle central au sein de ce matériel, a fait en particulier l'objet de nombreux travaux (Ball & Cohen 1996, Hagerty & Pepin 2002 ;

Bruillard 2005, Rezat à paraître). On peut considérer que les TICE relèvent du «curriculum material» ; du point de vue de la recherche, ce qui concerne les TICE constitue toutefois un courant spécifique. En didactique des mathématiques, de nombreux travaux ont examiné l'impact du recours aux technologies sur les apprentissages, en se plaçant dans le cadre de l'approche instrumentale (Guin & Trouche 2002). Cette approche, s'appuyant sur des concepts d'ergonomie cognitive (Rabardel 1995), distingue un *artefact*, disponible pour un utilisateur, et un *instrument* que cet utilisateur construit, à partir de cet artefact, dans le cours de son action. L'instrument comporte une partie de l'artefact, mais également un ensemble de connaissances développées au cours de l'usage de l'artefact. Ces connaissance prennent la forme d'un schème d'utilisation de l'artefact : un schème (Vergnaud 1996) est une organisation invariante de l'activité, qui comporte notamment des *règles d'action*, et est structurée par des *invariants opératoires* qui se forgent au cours de l'activité dans différents contextes rencontrés avec une même finalité de l'action. C'est en recourant à cette notion de schème que la plupart des recherches relevant de l'approche instrumentale ont modélisé les apprentissages réalisés avec les technologies, en se centrant essentiellement sur les élèves. La prise en considération du rôle de l'enseignant a ensuite été introduite, avec la notion d'orchestration instrumentale (Trouche 2004). Cet intérêt pour le rôle précis de l'enseignant, pour ses propres interactions avec les technologies se développe actuellement, y compris dans des travaux relevant de l'étude de l'intégration des technologies (Assude & Gélis 2002, Ruthven 2007). Considérer les ressources en ligne amène à rapprocher les recherches sur les technologies et celles sur le «curriculum material». En effet, on peut trouver en ligne des logiciels de différentes sortes, et il est clair que l'Internet fait partie des technologies ; cependant le manuel numérique, et même les bases d'exercices en ligne, ont une proximité évidente avec les supports papier. Ce rapprochement donne à voir de nombreux éléments communs dans les questionnements, les perspectives retenues et les résultats établis.

Au-delà de la didactique des mathématiques, d'autres domaines de recherche interrogent l'impact du numérique sur les contenus de connaissance et leur transmission. Nous avons déjà évoqué ci-dessus le champ de l'ergonomie cognitive ; dans le prolongement de la distinction entre artefact et instrument, celle-ci considère plus généralement les rapports entre conception et usages de ressources (Rabardel & Pastré 2005, Folcher 2005), rapports largement modifiés par le numérique. Un autre champ qui considère ces questions est celui de l'ingénierie documentaire (Pédauque 2006, Bachimont 2007), qui montre comment le détachement des supports et des contenus induit par le numérique modifie profondément les modes de transmission des connaissances, les rapports entre les utilisateurs, les concepteurs de ressources, mais également la connaissance elle-même.

Nous préciserons des connexions avec ces différents domaines de recherche dans ce qui suit. Nous allons, en partie 2, poser la question du lien entre ressources en ligne et apprentissage des mathématiques à l'école. Dans la partie 3 nous étudierons les usages de ressources en classe, du point de vue des choix de scénarios, et de l'appropriation de ressources par les enseignants. Nous considérerons finalement en partie 4 les processus de conception de ressources, les nouvelles articulations entre conception et usage, en portant un intérêt spécifique aux aspects collectifs de ces processus.

2 RESSOURCES EN LIGNE ET APPRENTISSAGE

2.1 L'exemple de la proportionnalité en CM2

Nous présentons ici une expérimentation qui a été menée au sein d'un groupe de recherche INRP-IREM de Rennes-IUFM de Bretagne entre 2003 et 2005. Ce groupe, Hyperpro

(Hypermédia et Proportionnalité), s'est penché sur les conséquences possibles pour les apprentissages de l'emploi d'une base d'exercices en ligne à propos du thème de la proportionnalité, aux niveaux CM2 et sixième. Le travail de ce groupe a déjà été présenté en détail par ailleurs (Gueudet 2007, Artigue & Gueudet 2008, Gueudet 2009), mais en se centrant sur la classe de sixième. Ici, nous allons donner brièvement les grandes lignes de notre démarche, et les résultats obtenus en classe de CM2.

L'objectif du groupe était d'analyser les apprentissages que de « jeunes » élèves pouvaient réaliser au cours d'une séquence ménageant un temps important de travail en autonomie (c'est à dire ici sans intervention de l'enseignant pour la classe entière) sur une base d'exercices en ligne (BEL). Ici, on voit d'emblée qu'on sort d'un *a priori* de type « exerciseur » : l'objectif n'est pas l'entraînement sur des techniques apprises précédemment, mais l'emploi d'une BEL comme support à la résolution de problèmes visant la construction de connaissances nouvelles.

Le groupe a débuté son travail en 2003 par l'examen des bases d'exercices disponibles, pour finalement retenir Mathenpoche[6] (MEP), à l'initiative d'une des deux enseignantes de collège du groupe. Les exercices disponibles concernaient le niveau 6e, et étaient donc peu adaptés pour le CM2. Ceci nous a amenés à concevoir une série d'exercices (30 au total) de proportionnalité qui peuvent être traités dès la fin du CM2. Il s'agit de problèmes de proportionnalité, qui peuvent tous être résolus avec diverses procédures, non suggérées dans l'énoncé. Nous nous sommes appuyés pour le choix de ces exercices sur les travaux de recherche en didactique sur le thème de la proportionnalité (Vergnaud 1997, Boisnard *et al.* 1995), en particulier afin d'effectuer des regroupements en classes de problèmes. Un autre choix central que nous avons effectué a consisté à faire afficher, avec la réponse juste, deux solutions correspondant à deux procédures différentes.

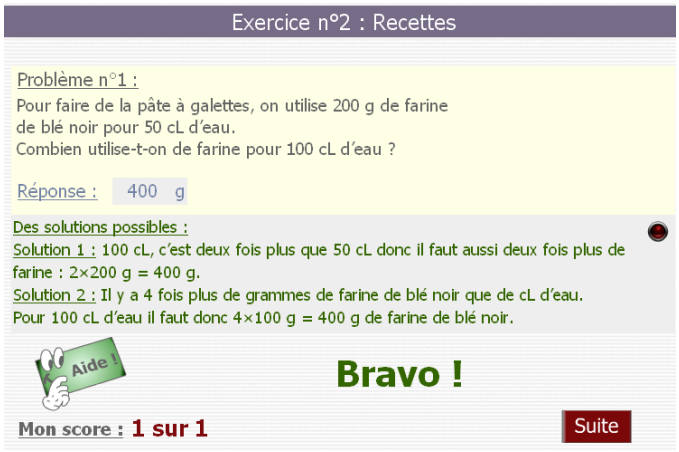


Figure 1. Exemple d'un écran MEP, problème de recette avec deux solutions.

Lors de la mise en œuvre en classe, les élèves ont travaillé pendant 4 séances par binômes sur des séries d'exercices. Ils devaient simultanément remplir un carnet de bord individuel, dans lequel une page était destinée pour chaque exercice à faire figurer la réponse numérique mais également une solution détaillée. A la suite de ces quatre séances, les élèves devaient en groupe rédiger des affiches sur deux thèmes :

- Qu'est-ce qu'un problème de proportionnalité ?
- Différentes manières de résoudre un problème de proportionnalité.

[6] http://mathenpoche.sesamath.net.

Une séance de débat était ensuite organisée autour des affiches ; elle était suivie par l'institutionnalisation en classe.
Nous avions en début d'expérimentation soumis aux élèves un test diagnostic initial ; nous avons également effectué un diagnostic final, avant la séance d'institutionnalisation. De plus nous avons recueilli les carnets de bord, les suivis informatiques des élèves, les affiches, les vidéos des séances d'échanges. Enfin, deux binômes d'élèves ont été observés à chaque séance sur machine. L'analyse de ces données nous a fourni de nombreux résultats, nous en évoquons quelques uns ici.
Nous avions anticipé des difficultés du type « zapping », sans réflexion approfondie sur chaque exercice ; tentation de recopier la solution affichée à l'écran… Ceci ne s'est en fait pratiquement pas manifesté. En revanche, nous avons relevé dans les carnets de bord certaines réponses justes associées des procédures erronées. Ceci peut être renforcé par le feed-back « bonne réponse » de MEP, lorsque la valeur numérique est correcte. Nous avons de plus observé en classe certains élèves adoptant des procédures d'essai-erreur, en exploitant la possibilité de première réponse fausse.
Au total 34 élèves de CM2 ont pris part à cette expérimentation (une classe complète, et les élèves de CM2 d'une classe de CM1/CM2). L'examen des carnets de bord montre un seul élève qui s'est contenté d'écrire des résultats numériques, sans rédiger de solutions. Pour tous les autres, apparaissent dans les carnets et les évaluations finales des procédures reposant sur la linéarité, multiplicative ou additive. 30 élèves utilisent de plus des procédures de type coefficient de proportionnalité. Dans l'évaluation finale, 22 élèves font appel aux deux types de procédures, contre 11 seulement lors de l'évaluation initiale.
Il ne s'agit pas ici d'affirmer que les élèves ont appris plus, ou mieux, en travaillant sur MEP qu'avec un travail papier-crayon de même nature ; nous n'avions pas élaboré notre expérimentation dans cet objectif. Ce travail reste bien entendu à entreprendre.

2.2 Apprentissages et ressources en ligne

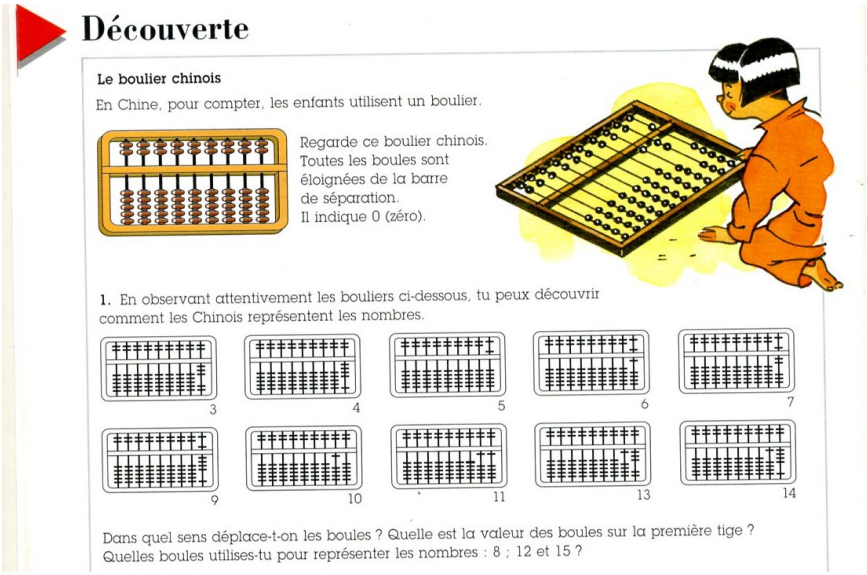
Au-delà de l'exemple présenté ci-dessus, nous avons travaillé au premier degré avec MEP dans différents projets. Nous en retenons qu'il est possible d'en faire un emploi qui va nettement au-delà du simple exerciseur, et contribue à la découverte de notions et méthodes mathématiques. Par ailleurs, l'emploi comme exerciseur ne doit pas être négligé : un travail technique, effectué par chaque élève à son rythme et en fonction de ses besoins peut être tout à fait profitable, par exemple dans le domaine du calcul mental (MEP dispose d'un module qui permet à chaque professeur d'élaborer ses propres exercices de calcul mental, en réglant des paramètres tels que la taille des nombres en jeu, le temps accordé etc.).
L'emploi de bases d'exercices en ligne soulève néanmoins des difficultés spécifiques. Un tel logiciel embarque son propre contrat didactique (Brousseau 1998) : il est porteur d'un système d'attentes, auquel l'élève est sensible. Typiquement, le logiciel attend une réponse numérique juste, indépendamment de la procédure employée pour obtenir ce résultat. Il est essentiel que le professeur soit conscient de cette attente, et mette en place un scénario susceptible de contre-balancer les règles implicites du logiciel qui seraient en conflit avec le contrat que le professeur veut mettre en place. A cet égard, les traces écrites peuvent jouer un rôle central. Sans aller jusqu'à demander de rédiger chaque exercice comme nous l'avons fait ci-dessus, on peut demander aux élèves de sélectionner certains exercices dont une solution complète sera écrite ; on peut aussi proposer des exercices proches sur papier, et laisser la BEL accessible à titre d'aide, en cas de besoin.
Les travaux sur les apprentissages avec des ressources en ligne à l'école doivent être poursuivis. Il est essentiel d'établir des résultats sur l'efficacité de ces ressources, en termes d'apprentissages

réalisés, pour éclairer leurs potentiels apports, et inconvénients, par rapport aux supports traditionnels.

3 RESSOURCES EN LIGNE ET ENSEIGNEMENT

3.1 L'exemple de la numération en CE2

Nous nous appuyons ici sur le travail d'un groupe de recherche INRP-IUFM Bretagne, le groupe TREMA-1 (TICE et Ressources en Mathématiques au premier degré). Ce groupe travaille sur l'intégration des TICE au premier degré ; dans ce cadre, nous avons en particulier suivi et analysé en 2008-2009 une séquence de numération en classe de CE2, lors de laquelle le maître a eu recours au boulier virtuel[7], une ressource Sésamath-IREM de Lille.
La classe concernée comporte 18 élèves. 8 ordinateurs, tous connectés à Internet, sont disponibles dans la bibliothèque de l'école.
Le maître (qui est un membre du groupe) n'utilise pas ordinairement les ordinateurs pour travailler les mathématiques. Il a en revanche régulièrement recours à la calculatrice. Mais les ressources qu'il emploie le plus fréquemment pour préparer ses séances de mathématiques sont les manuels : ERMEL, le Nouvel objectif calcul, et Cap Maths.
Nous avons examiné dans le groupe différentes ressources en ligne ; le choix de ce maître s'est porté sur le boulier virtuel à cause d'une séance du Nouvel objectif calcul qu'il n'avait jamais pu mettre en place en classe : numération avec un boulier chinois.



Découverte

Le boulier chinois

En Chine, pour compter, les enfants utilisent un boulier.

Regarde ce boulier chinois. Toutes les boules sont éloignées de la barre de séparation. Il indique 0 (zéro).

1. En observant attentivement les bouliers ci-dessous, tu peux découvrir comment les Chinois représentent les nombres.

3 4 5 6 7

9 10 11 13 14

Dans quel sens déplace-t-on les boules ? Quelle est la valeur des boules sur la première tige ? Quelles boules utilises-tu pour représenter les nombres : 8 ; 12 et 15 ?

Figure 2 Extrait du nouvel objectif calcul, Peltier *et al*. 1996

Le livre du maître associé souligne l'importance d'une manipulation par les élèves de bouliers. Cependant, cette manipulation pose un problème important de mise en œuvre dans la classe. En effet, lorsque l'élève déplace des boules sur le boulier, seul le maître peut valider ou invalider le positionnement choisi. De plus, les boules étant très mobiles, même en imaginant que le maître parvient à circuler auprès de chaque élève, il est probable que lors de son arrivée celles-ci ne soient plus dans la position choisie par l'élève.

[7] http://cii.sesamath.net/lille/exos_boulier/index.php

Ici, le recours au boulier virtuel s'est imposé comme condition de possibilité de mise en place de la séquence.

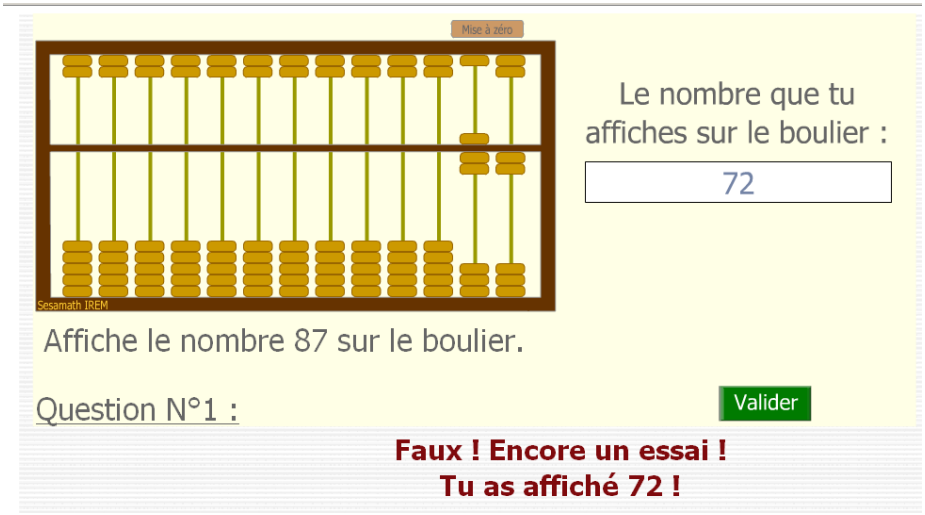


Figure 3. Un exemple d'exercice proposé sur le boulier virtuel Sésamath

La séquence de numération comporte 8 séances.
Un boulier matériel a été en premier lieu présenté aux élèves. Ensuite ceux-ci manipulaient en binômes ou trinômes le boulier virtuel. Ils devaient en particulier réaliser les affichages de nombres demandés par le Nouvel objectif calcul. Dans cette première phase de travail, tous les élèves ont réussi à effectuer des affichages corrects sur le boulier virtuel. Les discussions dans le groupe, appuyées par les résultats de recherche (Poisard 2006) ont amené le maître à s'interroger sur ce succès surprenant, étant donnée la difficulté de la tâche. Il a alors demandé à ses élèves, avant manipulation du boulier virtuel, de dessiner sur une feuille les positions des boules qu'ils pensaient correctes pour l'affichage d'un nombre donné (les exemples traités dans cette phase étaient 55, 64, 120, 187, 300, 575). Ceci a permis de constater que leur réussite précédente résultait de procédures d'essai-erreur sur le logiciel, et non d'une réelle compréhension du fonctionnement du boulier (symbolique des boules, échanges…). Les traces papier ont montré que pour des nombres de deux chiffres, certains élèves avaient besoin d'au moins 3 essais avant de parvenir à la bonne position.
On observe ici le recours à un ensemble de ressources varié : boulier matériel, boulier virtuel, livre de l'élève, résultats de recherche, mais aussi productions des élèves (ceux-ci ont notamment réalisé des affiches à propos du fonctionnement du boulier, qui ont permis la constitution d'un mode d'emploi du boulier commun à la classe). Du point de vue des élèves, le scénario mis en place, et l'articulation entre traces papier et boulier virtuel en particulier, a permis de déjouer les stratégies d'essai-erreur, induites par le contrat didactique de la ressource. Les évaluations finales ont montré que le fonctionnement du boulier était compris de tous, et que les élèves comprenaient le sens des affichages du boulier. Le maître a en outre observé, quelques semaines plus tard, que ces élèves semblaient particulièrement à l'aise avec la pratique des échanges, notamment lors de l'apprentissage de la division.
Du point de vue du maître, le boulier virtuel a été facilement intégré : il s'articule naturellement avec l'un des manuels qu'il a l'habitude d'utiliser. Cette ressource permet de concevoir une séquence qui vise un objectif auquel ce maître accorde beaucoup d'importance : le travail en numération entière sur les échanges.

3.2 Ressources et documents des professeurs

La conception de ressources en ligne est techniquement à la portée de nombreux professeurs, comme en témoigne le foisonnement de sites web personnels. Mais il n'est pas nécessaire de réaliser un site web pour effectuer une tâche de conception : dans l'exemple du boulier présenté ci-dessus, l'enseignant n'a pas conçu, ni même modifié, la ressource en ligne. Il en a sélectionné une partie, l'a associée avec d'autres, a prévu un mise en œuvre en classe ; durant cette mise en œuvre il a observé les élèves et leurs productions, qui l'ont amené à modifier ce qu'il avait prévu etc. L'intérêt pour les ressources en ligne amène ainsi plus largement à considérer le professeur comme un concepteur de ressources.
C'est ce point de vue qui est développé dans l'*approche documentaire du didactique* (Gueudet & Trouche 2008). Dans cette approche, nous considérons que les professeurs effectuent un *travail documentaire* : ils collectent des ressources, les sélectionnent, les recomposent, les mettent en œuvre, les révisent… Nous nommons *documentation* ce travail et ce qu'il produit. Le manuel scolaire tient une place centrale parmi ces ressources des professeurs, en particulier au premier degré. Margolinas & Wozniak (à paraître) montrent ainsi que pour certains professeurs des écoles, un manuel (nous nommons ici « manuel » l'ensemble constitué par le livre de l'élève et le livre du maître) particulier constitue une source centrale pour son travail documentaire, et donne forme à l'ensemble de la documentation de ce professeur (ce que Margolinas et Wozniak nomment *l'œuvre* du professeur). Le manuel est associé à d'autres ressources, parmi lesquelles on trouve de plus en plus souvent des ressources en ligne. Dans tous les cas, le travail documentaire est influencé par les connaissances professionnelles des professeurs. Ces connaissances amènent le professeur à choisir une ressource ou à la rejeter, à effectuer un choix spécifique de mise en œuvre… Mais dans le même temps, le travail documentaire induit le développement de nouvelles connaissances. En nous appuyant sur l'approche instrumentale (Guin & Trouche 2002), nous considérons qu'à partir d'un ensemble de ressources, le maître développe un *document*, composé de ressources recombinées et de connaissances professionnelles. Ce développement s'effectue dans la durée, dans différents contextes pour un même objectif d'enseignement ; nous nommons *genèse documentaire* ce processus.

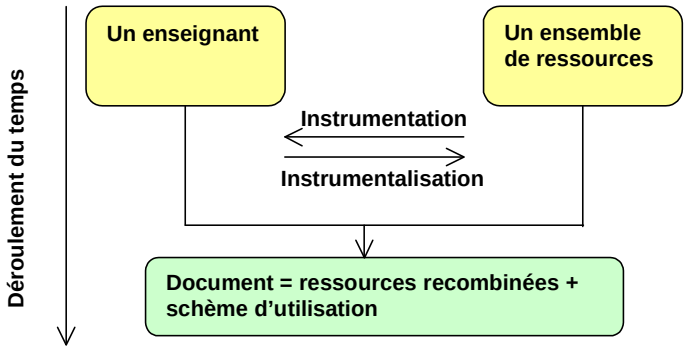


Figure 4. Représentation schématique d'une genèse documentaire

Ainsi dans le cas de la séquence présentée en § 3.1, c'est l'importance accordée aux échanges en numération entière qui a amené le maître à retenir le boulier virtuel et à élaborer une séquence y ayant recours (instrumentalisation). De plus celui-ci s'associait très naturellement à l'un des manuels régulièrement utilisés par le maître, et s'est ainsi inséré dans le *système de ressources* du maître (Gueudet & Trouche à paraître). L'élaboration de la séquence a amené le maître à développer de nouvelles connaissances (instrumentation). Certaines sont directement relatives au boulier, comme le fait de demander une trace écrite anticipant le positionnement, pour

déjouer les stratégies d'essai-erreur. D'autres touchent plus généralement l'enseignement de la numération, et l'emploi des principes de la numération entière dans d'autres domaines : ainsi le maître a été spécifiquement attentif à l'aspect des échanges lors de la découverte par les élèves de la division. Il ne s'agit ici que du début d'une genèse ; celles-ci sont des processus continus, chaque mise en œuvre produit de nouvelles ressources, qui vont amener des adaptations… L'analyse des genèses documentaires demande un suivi au long cours, suivi du travail en classe, mais également du travail de préparation du professeur, ce qui soulève des difficultés méthodologiques spécifiques (Gueudet & Trouche 2009*a*).
Cette analyse délicate nous semble cependant indispensable pour comprendre les mutations qui sont ou vont être engendrées par les nouvelles ressources. Elle éclaire également les phénomènes d'intégration ou de non-intégration de ressources. Dans tous les cas, l'approche documentaire amène à considérer le professeur comme un concepteur de ressources, et à porter un nouveau regard sur l'articulation entre conception et usage de ressources.

4 CONCEPTION ET USAGES DE RESSOURCES

La conception et la diffusion de ressources en ligne peuvent donner lieu à de vastes projets institutionnels. C'est le cas par exemple au Mexique : le projet Enciclomedia (Lozano & Trigueros 2007) vise la conception et la diffusion de ressources couvrant l'intégralité de l'enseignement du premier degré. Des moyens importants sont consacrés à ce projet national ; les ressources sont conçues par des chercheurs en didactique, associés à des informaticiens. Des actions de développement et d'accompagnement des usages sont réalisées sur le terrain. L'objectif initial de ce projet est de contribuer à résoudre le problème de la formation insuffisante d'une partie des enseignants. L'idée centrale est donc ici que la production de « bonnes ressources » pourra contribuer à améliorer la qualité de l'enseignement ; Internet sert de vecteur de diffusion privilégié pour ces « bonnes ressources » (ces ressources restent proches du manuel scolaire officiel, auquel sont adjointes certains supports interactifs simples).
Le projet Enciclomedia donne l'exemple d'un mode de conception « top-down » : des experts conçoivent à destination d'utilisateurs ; la qualité des ressources est garantie par l'expertise des concepteurs. Reste alors à assurer que ces ressources sont convenablement employées sur le terrain, d'où la mise en œuvre d'actions d'accompagnement des usages.
On peut considérer qu'à l'opposé de cette démarche existent des ressources résultant d'un mouvement « bottom-up » : ressources issues du travail des utilisateurs. C'est le cas, en France, des ressources conçues par l'association Sésamath, auxquelles nous avons largement fait allusion ci-dessus. Au départ du travail de l'association, quelques professeurs concevant individuellement des ressources ont décidé de mutualiser leur travail, en fondant cette association (Sésamath 2008, Gueudet & Trouche 2009*b*). Ils sont rapidement passés à un travail coopératif, concevant ensemble la base d'exercices MEP (§ 2), puis des logiciels destinés à la géométrie, avant qu'un nouvel élargissement n'amène à la production collaborative de manuels scolaires (qui existent en ligne et sur papier). Le site web de Sésamath enregistre plus de 1,3 millions de connexions chaque mois, ses ressources sont largement utilisées dans les classes.
Dans ce cas, la qualité des ressources doit provenir des dimensions collectives du travail de conception (un phénomène connu dans les communautés de type wikipedia). L'une des dimensions importantes est alors la possibilité de recueillir les avis des utilisateurs, et de faire évoluer les ressources pour intégrer les améliorations suggérées, corriger les éventuelles erreurs etc. C'est l'un des objectifs du site Sésaprof, qui a été ouvert en 2008 pour permettre la communication entre utilisateurs et concepteurs de ressources Sésamath, la communication entre utilisateurs et la réalisation conjointe de certaines ressources. L'existence de ces deux logiques opposées, sur la conception de ressources et l'articulation entre conception et usages,

soulève de nombreuses questions. Est-ce qu'une des deux logiques serait préférable, et selon quels critères ? Faut-il promouvoir des logiques intermédiaires, où experts et acteurs de terrain collaborent, et sous quelles formes ?
Dans le projet européen Intergéo, consacré à la géométrie dynamique (Trgalova *et al.* to appear), des chercheurs et des professeurs collaborent pour élaborer des ressources ; les tests en classe et les retours des utilisateurs constituent un levier essentiel pour la qualité des ressources.
En mathématiques en France, nous n'avons guère d'exemples de vastes projets relevant de telles logiques de collaborations « métis » (entre experts et acteurs du terrain). La situation est semble-t-il différente en sciences expérimentales : le projet « la main à la pâte », initié par l'académie des sciences, propose des ressources conçues par des experts mais permet également de mutualiser des séquences de classe réalisées par des professeurs des écoles.

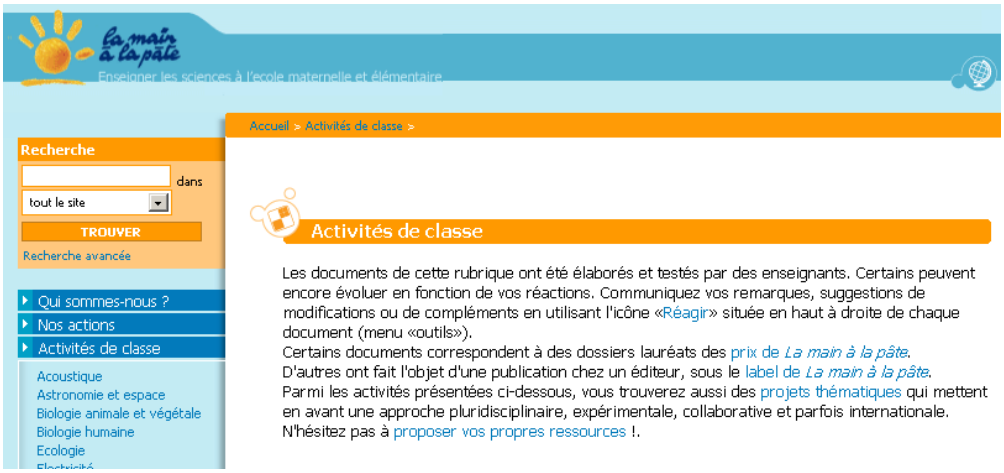


Figure 5. La main à la pâte, mutualisation de ressources

La circulaire de rentrée 2009 met en avant l'intention de développer le portail PrimTICE, qui vise à mutualiser des scénarios de séquences intégrant les TICE au premier degré, dans toutes les disciplines. Il s'agirait alors d'une dynamique de mutualisation impulsée par l'institution, et certainement associée à un contrôle des ressources avant leur diffusion.
Il est certain que les dimensions collectives, effectives et possibles, tant dans la conception que dans les usages, constituent une caractéristique majeure des ressources en ligne. « Voilà donc ce que change la numérisation : elle fabrique des communautés virtuelles, flottantes, illimitées, insaisissables… » (Pédauque 2006, p.12).
Quel peut être alors le rôle des chercheurs en didactique des mathématiques, des formateurs, dans ces nouveaux équilibres, au-delà de la production de ressources expertes, ou du contrôle de ressources produites par d'autres ?
Nous n'avons jusqu'à présent que peu évoqué les actions de formation associées aux ressources, c'est cette direction que nous allons considérer maintenant. Une formation peut viser de présenter les caractéristiques techniques des ressources, ainsi que des usages considérés comme efficaces. Une telle formation relève là encore d'une démarche « top-down ». Les nouveaux équilibres entre conception et usages, l'importance que nous accordons au travail documentaire du professeur conduisent à penser d'autres modes de formation, initiale ou continue. Considérer le professeur comme un concepteur amène à penser la formation comme un accompagnement de cette conception. Il s'agit d'assister le travail documentaire du professeur.
L'un des aspects centraux de cet accompagnement peut prendre la forme de la constitution de collectifs dans lesquels le professeur pourra s'insérer. On retrouve ici des principes bien connus dans les IREM, mais qui peuvent prendre de nouvelles formes grâce au numérique. Plusieurs

initiatives de formation au premier degré vont en ce sens. Georget (2009) a ainsi constitué des groupes de professeurs stagiaires qui travaillent via une plate-forme distante pour préparer conjointement pour leurs classes des séquences de résolution de problèmes. Plus largement, le programme Pairform@nce du ministère de l'éducation nationale propose des formations continues, dans toutes les disciplines et à tous les niveaux scolaires, visant l'intégration des TICE et fondées sur un principe de conception collaborative de séquences de classe. La plate-forme nationale Pairform@nce propose des parcours de formation continue, donnant l'architecture de telles formations, à mettre en oeuvre dans les classes. Certains de ces parcours concernent les mathématiques au premier degré ; c'est en particulier le cas du parcours M2PC (Assude 2009, atelier Assude *et al.* COPIRELEM 2009), qui porte sur l'intégration en classe des calculatrices. La recherche INRP-Pairform@nce (Gueudet *et al*. 2008) a conçu et analysé divers parcours (dont ceux cités ci-dessus) et leur mise en œuvre. Nous avons ainsi observé que de telles formations peuvent conduire à l'émergence de collectifs de professeurs développant un travail commun au-delà de la formation, sous certaines conditions. En particulier, une part importante de travail collectif en présence, accompagné par un formateur, reste nécessaire. Cette recherche confirme ainsi que l'hypothèse d'une auto-formation de professeurs exploitant, sans formateurs, des ressources au sein de collectifs distants spontanément constitués est très éloignée de la réalité, et qu'il est nécessaire de résister à la tentation économique qui conduit à formuler des telles hypothèses.

5 CONCLUSION

Nous avons choisi ici de nous situer dans une perspective de développement des usages de ressources en ligne au premier degré. Ainsi nous ne nous interrogeons pas en particulier sur des dispositifs qui pourraient soutenir l'intégration de ressources en ligne, puisque nous faisons l'hypothèse que, comme aux autres niveaux scolaires, l'usage de telles ressources va se répandre. Dans cette perspective, une question centrale concerne la qualité des ressources. Du point de vue du chercheur en didactique, du formateur, il s'agit de contribuer à cette qualité comme à celle des usages. Avec le point de vue de l'approche documentaire, qui regarde le professeur comme un concepteur de ressources, non pas isolé mais potentiellement inséré dans divers collectifs, il s'agit pour les chercheurs et les formateurs d'assister le travail documentaire, au sein de formations spécifiques. La forme exacte de cette assistance reste à préciser en fonction du contexte et des objectifs de la formation ; elle peut dans tous les cas intégrer le recours à un travail documentaire collectif.

Il reste cependant un point central que nous n'avons pas approfondi ici : comment définit-on, et comment peut-on évaluer la qualité d'une ressource, d'un usage de ressources en classe ? Selon le contenu mathématique en jeu, la recherche fournit des critères concernant la qualité didactique, épistémologique d'une ressource. Mais évaluer la qualité des usages demande de prendre en compte l'efficacité de l'enseignement. Cette question est délicate ; il est cependant central d'y consacrer des recherches, en examinant de près les apprentissages réalisés par les élèves. Nous avons choisi ici de nous situer dans une perspective de développement des usages de ressources en ligne au premier degré. Ainsi nous ne nous interrogeons pas en particulier sur des dispositifs qui pourraient soutenir l'intégration de ressources en ligne, puisque nous faisons l'hypothèse que, comme aux autres niveaux scolaires, l'usage de telles ressources va se répandre. Dans cette perspective, une question centrale concerne la qualité des ressources. Du point de vue du chercheur en didactique, du formateur, il s'agit de contribuer à cette qualité comme à celle des usages. Avec le point de vue de l'approche documentaire, qui regarde le professeur comme un concepteur de ressources, non pas isolé mais potentiellement inséré dans divers collectifs, il s'agit pour les chercheurs et les formateurs d'assister le travail documentaire,

au sein de formations spécifiques. La forme exacte de cette assistance reste à préciser en fonction du contexte et des objectifs de la formation ; elle peut dans tous les cas intégrer le recours à un travail documentaire collectif.
Il reste cependant un point central que nous n'avons pas approfondi ici : comment définit-on, et comment peut-on évaluer la qualité d'une ressource, d'un usage de ressources en classe ? Selon le contenu mathématique en jeu, la recherche fournit des critères concernant la qualité didactique, épistémologique d'une ressource. Mais évaluer la qualité des usages demande de prendre en compte l'efficacité de l'enseignement. Cette question est délicate ; il est cependant central d'y consacrer des recherches, en examinant de près les apprentissages réalisés par les élèves.

6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARTIGUE, M., GUEUDET, G. (2008). Ressources en ligne et enseignement des mathématiques, Université d'été de mathématiques, Saint-Flour.
http://www3.ac-clermont.fr/pedago/maths/pages/UE2008/prog_UE_2008.htm.
ASSUDE, T. (2007). Formation, recherche et enseignement : changements, stabilités et résistances à propos de l'arithmétique élémentaire. In Rouchier, A et Bloch, I. ed . *Perspectives en didactique des mathématiques, Cours de la 13e école d'été de didactique des mathématiques*, Sainte-Livrade 2005, La Pensée Sauvage, Grenoble.
ASSUDE, T. (2009). Une approche systémique et fonctionnelle de la conception de parcours de formation, présentation au colloque EMF 2009, Dakar, Sénégal.
ASSUDE, T., GÉLIS, J.M. (2002). Dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 259-287.
BACHIMONT, B. (2007). *Ingénierie des connaissances et des contenus : le numérique entre ontologies et documents*. Paris : Hermès.
BALL, D.L., COHEN, D. (1996). Reform by the book: what is –or might be- the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational researcher* 25(9), 6-8, 14.
BOISNARD D., HOUDEBINE J., JULO J., KERBOEUF M.-P., MERRI M. (1995). *La proportionnalité et ses problèmes*, Hachette éducation, Paris.
BROUSSEAU, G. (1998). *La Théorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage, Grenoble.
BRUILLARD, E. (2005). *Manuels scolaires, regards croisés*. CRDP de Basse Normandie, documents, actes et rapports sur l'éducation, Caen.
BUENO-RAVEL, L., GUEUDET, G. (2007). Genèse instrumentale pour l'enseignant : tâches et techniques didactiques instrumentées par une base d'exercices en ligne, 2e congrès sur la théorie anthropologique du didactique, Uzès,
http://www4.ujaen.es/~aestepa/TAD_II_fr/listado_comunicaciones.htm.
BUENO-RAVEL, L., GUEUDET, G., POISARD, C. (2008). Teachers, resources and documents: a case study about primary school geometry, colloque ECER, Göteborg.
FOLCHER, V. (2005). De la conception pour l'usage au développement de ressources pour l'activité, in P. Rabardel, P. Pastré (dir.) *Modèles du sujet pour la conception*.189-210. Toulouse : Octarès.
GEORGET, J.-P. (2009) Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources destinées aux enseignants de mathématiques, Colloque EMF 2009, Dakar, Sénégal.
GUEUDET, G. (2007). Emploi de Mathenpoche et apprentissage, *Repères IREM* 66, 5-25.
GUEUDET, G. (2009). Travailler avec Mathenpoche autrement ? *Repères IREM* 75, 69-83.
GUEUDET, G., SOURY-LAVERGNE, S., TROUCHE, L. (2009) Soutenir l'intégration des TICE : quels assistants méthodologiques pour le développement de la documentation collective des

professeurs ? Exemples du SFoDEM et du dispositif Pairform@nce. *Actes du colloque DIDIREM, Paris* (septembre 2008).
http://www.didirem.math.jussieu.fr/colloque2008/groupe1-3.htm
GUEUDET, G., TROUCHE, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique* 2.3, 7-33.
GUEUDET, G., TROUCHE, L. (2009*a*). La documentation des professeurs de mathématiques, in L. Coulange, C. Hache, *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2008*, ARDM, IREM Paris 7, 249-269.
GUEUDET, G., TROUCHE, L. (2009*b*). Conception et usages de ressources pour et par les professeurs : développement associatif et développement professionnel. *Les dossiers de l'ingénierie éducative 65,* 78-82.
GUEUDET, G., TROUCHE, L. (à paraître). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires, In Gueudet, G. et Trouche, L. *Le travail documentaire des professeurs : regards croisés, le cas des mathématiques*. Presses Universitaires de Rennes.
GUIN, D., TROUCHE, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
HAGGARTY, L., PEPIN, B. (2002) An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German Classrooms: who gets an opportunity to learn what?, *British Educational Research Journal* , Vol.28(4), 567-590.
IMBERT, J.-L. (2008) L'intégration des TICE dans les pratiques mathématiques à l'école primaire. Thèse de Doctorat de l'Université de Provence.
LOZANO, D., TRIGUEROS, M. (2007). Mathematics Learning with the use of the balance, a computer programme from Enciclomedia. *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, CERME 5, Larnaca, Chypre.
MARGOLINAS, C., CANIVENC B., DE REDON, M.-C., RIVIÈRE, O., WOZNIAK, F. (2007). Que nous apprend le travail mathématique hors classe des professeurs pour la formation des maîtres ? Actes du *31ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres*, 1-19.
MARGOLINAS, C., WOZNIAK, F. (à paraître) Usage des manuels dans le travail du professeur : l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des sciences de l'éducation, Numéro spécial: Les manuels scolaires : réformes curriculaires, développement professionnel et apprentissages des élèves.*
MISSION E-ÉDUC (2008). *Pour le développement du numérique à l'école, rapport de la mission e-Éduc*, ministère de l'éducation nationale,
http://media.education.gouv.fr/file/2008/24/5/Pour_le_developpement_du_numerique_a_l_ecole_27245.pdf
PÉDAUQUE, R. T. (coll.) (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions.
PELTIER, M.-L., CLAVIER, C., GAUCHE, A.-M. (1996). *Le nouvel objectif calcul CE2*, Hatier, Paris.
PERNIN, J.-P. (2006) Normes et standards pour la conception, la production et l'exploitation des EIAH, in M. Grandbastien, J.-M. Labat (dir.) *Environnements informatiques pour l'apprentissage humai*n, 201-222, Hermès, Paris.
POISARD, C. (2006). Dossier : la fabrication et l'étude d'instruments à calculer. Site Internet *CultureMath*, Rubrique *Matériaux pour la classe*.
RABARDEL, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains.* Paris : Armand Colin.
RABARDEL, P., PASTRÉ, P. (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès.
REMILLARD, J.T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research, 75*(2), 211-246.

REMILLARD, J.T. (à paraître). Modes d'engagement : comprendre les transactions entre professeurs et ressources curriculaires en mathématiques. In Gueudet, G. et Trouche, L. *Le travail documentaire des professeurs : regards croisés, le cas des mathématiques*. Presses Universitaires de Rennes.
REZAT, S. (to appear) The Utilization of Mathematics textbooks as Instruments for Learning, *Proceedings of CERME 6 Conference*, Lyon, France.
RUTHVEN, K. (2007). Teachers, technologies and the structures of schooling. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (dir.), *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, CERME 5, Larnaca, Chypre, http://ermeweb.free.fr/CERME5b/.
SÉSAMATH (2008), Questions de Sésamath pour un dialogue avec les chercheurs en didactique, *Actes du colloque DIDIREM, Paris* (septembre 2008).
http://www.didirem.math.jussieu.fr/colloque2008/groupe1-3.htm.
TRGALOVA, J., JAHN, A.P., SOURY-LAVERGNE, S. (to appear) Quality process for dynamic geometry resources : the Intergeo project. *Proceedings of CERME 6*, Lyon, France.
TROUCHE, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *9*, 281-307.
VERGNAUD, G. (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation, in R. Noirfalise, M.-J. Perrin (dir.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 174-185). Clermont-Ferrand : IREM, Université Clermont-Ferrand 2.
VERGNAUD G. éd. (1997). *Le Moniteur de Mathématiques : résolution de problèmes* Niveau 2-3 (CM1 - CM2) Cycle 3, Nathan, Paris.

7 WEBOGRAPHIE

APPROCHE DOCUMENTAIRE
http://educmath.inrp.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire

LA MAIN À LA PÂTE
http://lamap.inrp.fr//

LOGICIELS DE GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE

- *Apprenti Géomètre*

http://www.crem.be/index.php

- *Déclic*

http://emmanuel.ostenne.free.fr/declic/

LOGICIELS POUR L'APPRENTISSAGE DE LA NUMÉRATION

- *A nous les nombres*

http://abuledu.org/leterrier/a_nous_les_nombres

- *Bonjour Poussins*

http://bonjour.poussins.free.fr/

RÉPERTOIRE DE SCÉNARIOS D'UTILISATION DES TICE : PRIMTICE
http://primtice.education.fr/

SÉSAMATH ET SITES AFFILIÉS

- Commission Inter-IREM ressources en ligne, le boulier virtuel

http://cii.sesamath.net/lille/exos_boulier/index.php

- *Mathenpoche*

http://mathenpoche.sesamath.net/

- Projet Schène : calculatrice cassée, générateur de calcul mental, poseur d'opérations

http://www.sesamath2.sesamath.net/schene/Schene/Accueil.html

- *Sésamath*

http://www.sesamath.net/

- *Sésaprof*

http://sesaprof.sesamath.net/section-accueil/index.php

- *Tracenpoche*

http://tracenpoche.sesamath.net/

Conférence

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES À L'ÉCOLE PRIMAIRE FRANÇAISE : PERSPECTIVES CURRICULAIRE ET DIDACTIQUE

Sylvie Coppé,
IUFM, Université de Lyon 2, ICAR
sylvie.coppe@univ-lyon2.fr

Catherine Houdement,
IUFM, Université de Rouen, LDAR
catherine.houdement@univ-rouen.fr

Résumé
Pour les élèves d'école primaire, leurs professeurs et leurs parents, la résolution de problèmes fait partie intégrante de l'enseignement des mathématiques parce que c'est un moyen de contrôler les connaissances acquises. Certains pensent aussi que la construction de la connaissance mathématique et la résolution de problèmes sont séparées. Or les programmes récents ont promu des pratiques où la frontière devenait plus ou moins perméable…
La conférence présentera les conceptions des programmes successifs sur les problèmes et les influences possibles (travaux de didactique, recherches innovation …) sur ces changements de conception. Elle s'interrogera sur l'avenir de la résolution de problèmes et de la formation sur ce thème dans l'enseignement primaire.

1 INTRODUCTION

Toute étude est toujours située : *hic et nunc*… nous développerons des points de vue que nous n'avions pas nécessairement par exemple en 2002, notamment l'une des auteures comme co-rédactrice des programmes. Comme tous, nous avons bénéficié de nouveaux travaux et d'études sur l'enseignement des mathématiques ou l'impact des programmes.
L'objectif de cette étude est d'une part, de comprendre la genèse des idées qui traversent la communauté des formateurs, d'autre part, de faire la part des choses entre l'idéologique et le scientifique, notamment dans les programmes, leur interprétation, mais aussi en didactique.

Dans une première partie, nous examinerons l'évolution des problèmes dans les curricula entre 1945 et 2008. Dans une deuxième partie, nous passerons en revue les points de vue des recherches en didactique françaises pour montrer leur influence sur les curricula. La troisième partie étudiera la littérature grise plus récente, notamment les points de vue des IREM et de l'INRP sur les problèmes. Pour terminer nous donnerons quelques éclairages théoriques sur les problèmes et la problématisation pour dégager de nouvelles pistes.

Nous devons aussi préciser ce dont cette étude ne s'occupe pas. La pratique effective des enseignants sera peu étudiée, même à travers les manuels, considérés comme première interprétation des programmes. Les évaluations (à partir de 1991) ne seront pas non plus étudiées bien qu'elles contribuent aussi, d'une certaine façon, à des changements de curricula voire de pratiques.

2 LES PROBLÈMES DANS LES CURRICULA

2.1 Préliminaires

Nous adoptons là un point de vue résolument français…. sans prendre en compte d'éventuelles influences étrangères ou tendances mondiales. Nous insérons quelques remarques (dont le lecteur devra nous pardonner la brièveté) sur le climat social de l'époque, suivant en cela Prost (1997) qui déclare : « *La réflexion sur l'école tourne court si on oublie que la société lui assigne des fonctions précises par rapport à des populations déterminées* ». Cette citation interroge en particulier les velléités de transfert un peu rapide de contenus de programmes anciens dans des programmes actuels. L'étude des anciens programmes est utile et sans doute nécessaire, mais pour mieux comprendre les phénomènes didactiques, non pour montrer (ou rêver) une efficacité a priori d'injonctions anciennes.

Nous choisissons délibérément de travailler par touches : il ne s'agit pas d'une étude exhaustive mais de la présentation de plusieurs facettes qui nous ont semblé emblématiques de certains changements ou nouveautés. Dans cette partie, nous nous limitons aux textes sans regard critique.

L'école primaire française a vu se succéder diverses réécritures des programmes en relation ou non avec des transformations profondes du système d'enseignement : nous avons retenu comme dates emblématiques 1945, 1970 (passage dans l'enseignement aux mathématiques dites modernes), 1977 à 1980 (retour aux mathématiques dites concrètes), 1985 (réécriture courte), que nous avons regroupé avec 1991 (introduction des cycles) et 1995, enfin 2002, 2007 et 2008. Les documents d'étude sont les Programmes et Instructions officielles, autrement dit les Documents officiels du Ministère. Il est arrivé que nous interrogions aussi des textes de revues pédagogiques, il s'agit alors d'interprétations de textes officiels.

2.2 Programmes 1945

Aperçu rapide historico-sociologique
« **Avant 1959**, celle-ci [l'organisation du système d'enseignement français] se caractérisait par la juxtaposition de deux réseaux séparés et concurrents : celui du primaire, du primaire supérieur et du technique d'une part, celui du secondaire d'autre part. » (Prost 1997, p. 157-158).

Vision curriculaire
Il y a cinquante ans le mot « problème » est réservé à des énoncés textuels liés à la vie de tous les jours ou à des questions plus professionnelles (équilibrer un budget, établir un devis, une facture, calculer un poids de sucre pour la confiture, la surface d'un champ…). Les problèmes donnent lieu à un travail individuel qui a pour fonction de réinvestir et tester des connaissances déjà apprises et de montrer leur utilité pour la vie réelle d'adultes. Les problèmes sont essentiellement numériques et leur complexité est liée au nombre d'opérations à enchaîner pour trouver le résultat.

Par exemple, dans les *Instructions* (cité par COPIRELEM 1987 p. 8), se lit :
« *En principe, on peut se borner aux problèmes dont la résolution ne demande qu'une seule opération, écrite ou mentale. Quand la solution demande plusieurs opérations, on peut en faciliter la recherche en demandant les étapes intermédiaires par des questions auxiliaires. Les quelques types simples qui paraissent constituer le maximum de ce que l'on puisse demander à des élèves du Cours Élémentaire sont :*

1. *Une suite d'additions et de soustractions de petits nombres, par exemple, recettes et dépenses avec gain et perte.*
2. *Une facture simple : une ou deux multiplications et une addition.*
3. *Une addition ou une soustraction suivie d'une division*
4. *Une division suivie d'une multiplication.* »

Comme le souligne Mercier (2008 p. 96), d'autres choix auraient pu être faits, par exemple celui d'étendre au collège l'esprit de l'enseignement primaire et donc créer des théories sur l'étude des classes de problèmes mathématiques du quotidien : ce sont eux en effet qui forment la « *mathematical literacy* » que PISA teste actuellement. On voit bien là les influences socio historiques sur les contenus de programmes.

2.3 Programmes 1970

Aperçu rapide historico-sociologique
Toujours selon Prost (1997), les réformes de 1959, 1963, 1965 créent un système cohérent en imposant une organisation à trois niveaux successifs : les écoles, les collèges et les lycées : tous les élèves vont dans les écoles de 6 à 11 ans ; les lycées perdent leurs « petites classes » primaires. Ainsi l'école devient mixte, perd les classes de fin d'études primaires, les élèves de 12 ans vont dans les collèges ; la plupart des lycées sont amputés de leur premier cycle.

En 1969 : 1968 pousse à la réalisation de réformes déjà en gestation (Prost 1997, p. 163). Dans les écoles s'instaure le tiers temps pédagogique (**arrêté 7 août 1969** : 1/3 matières de base : français et calcul, 1/3 disciplines d'éveil, 1/3 éducation physique) ; le temps de présence en classe passe de 30 h à 27 h (10 h français, 5 h calcul, 6 h éveil à partager entre histoire-géographie, sciences naturelles, musique et chant). La démarche dite d'éveil sera abandonnée à la fin des années 1970 sans étude sur la façon dont les instituteurs ont fait fonctionner l'heure quotidienne d'éveil.

Vision curriculaire
Le programme de 1970, dit des « mathématiques modernes » se veut transitoire ; il est une réponse à l'allongement de la scolarité obligatoire, l'évolution des mathématiques savantes et les travaux sur l'enfant des psychologues cognitifs. Il rompt en partie avec la fonction utilitariste des mathématiques considérée alors comme un obstacle à la « vraie » compréhension : le mot « problème » disparaît des programmes, mais subsiste dans les commentaires où il est défini (ce sera la seule fois dans les programmes de 1945 à 2002) ainsi : « *Il y a problème si, connaissant un certain nombre d'informations concernant une situation, on se propose de déduire de ces informations des renseignements non explicités initialement.* » (Circulaire IV 70-2 accompagnant l'arrêté du 2 janvier 1970, p. 31).
Sous l'expression « situation » (sous entendu situation supposée familière aux élèves et pas « situation » au sens de la Théorie des Situations Didactiques[8]), il acquiert :
- une double fonction d'éducation : non plus seulement initier à la vie courante, mais aussi « *correspondre aux préoccupations et aux intérêts des réels des enfants* » ;
- une double fonction au service des mathématiques : motiver l'introduction de notions nouvelles et appliquer propriétés ou relations préalablement établies par les élèves, autrement dit mathématiser la réalité. Il est accompagné pour la première fois d'éléments méthodologiques tels que : « analyser la situation, dégager des chaînes de situations élémentaires, les schématiser afin de mettre en évidence les relations mathématiques qui les décrivent… ».

[8] Voir plus loin

Une des dérives du programme fut de ne conserver que l'aspect mise en schéma des situations (et vice versa), tel que diagrammes de Venn, tableau cartésien…

La **circulaire** (IV 70-2) précise « *L'ambition d'un tel programme n'est donc plus essentiellement de préparer les élèves à la vie active et professionnelle en leur faisant acquérir des techniques de résolution de problèmes catalogués et suggérés par 'la vie courante', mais bien de leur assurer une approche correcte et une compréhension réelle*[9] *des notions mathématiques liées à ces techniques* » (p. 31).

L'activité *Résoudre un problème* est découpée en opérations mentales qui pourraient se concevoir indépendamment, mais dont rien ne dit qu'il faudrait les enseigner indépendamment.

« *Résoudre un problème, c'est analyser la situation et les informations données, dégager éventuellement des chaînes de situations élémentaires, les schématiser afin de mettre en évidence les relations mathématiques qui les décrivent, utiliser ces relations et leurs propriétés pour en déduire les renseignements cherchés.* » (Circulaire IV 70-2 accompagnant l'arrêté du 2 janvier 1970, p. 31).

La noosphère a partagé l'idée que les problèmes ont disparu des programmes de 1970 : dans les textes, ils n'ont pas disparu, y compris sous leur forme ancienne comme le relativise l'adverbe « *essentiellement* » dans l'extrait ci-dessus. Dans l'interprétation des textes (et par suite dans beaucoup d'ouvrages pédagogiques), c'est autre chose, comme en témoigne déjà l'interprétation par la revue *L'Éducation* (n° 55 du 5 février 1970) : « *Il ne s'agit plus en effet de préparer les élèves à la vie active et professionnelle en leur apprenant à résoudre des problèmes suggérés par 'la vie courante', mais bien de leur assurer une approche correcte et, par suite, une maîtrise réelle des notions mathématiques.* ». On entrevoit déjà les dérives que laissent suggérer ces remplacements et / ou omissions de mots (soulignés par nous), peut-être dans une volonté de 'modernisme' exagéré…

2.4 Programmes 1977 (CP) 1978 (CE) 1980 (CM)

Aperçu rapide historico-sociologique
1975 : Loi Haby : CES et CEG fusionnent ; le passage école – collège devient automatique ; il n'y a plus de filière dans le cycle d'observation (6ème ; 5ème).
1979 : la formation professionnelle des instituteurs passe à 3 ans.

Vision curriculaire
Les documents officiels du CNDP, assez volumineux, annoncent explicitement un objectif (nouveau ?) des textes de programmes : ils s'appellent (et ce sera la seule fois) *Contenus de formation.* Trois volumes paraissent selon le cycle : cycle préparatoire (1977), cycle élémentaire (1978) et cycle moyen. Ces volumes regroupent horaires, programmes et instructions (pédagogiques).

L'expression « situation–problème » apparaît dans les programmes en 1978 (Cours Elémentaire), est reprise en 1980 pour marquer une nouvelle rupture (début d'influence de la Théorie des Situations Didactiques ?). La pratique des problèmes ne se limite plus aux problèmes dont toutes les informations sont données dans l'énoncé, mais s'élargit à des situations plus ouvertes (aussi géométriques), plus « réelles », prétextes à plusieurs questions non strictement mathématiques. Un exemple de situation-problème est l'organisation d'un voyage scolaire, pour lequel la classe doit, après discussion, décider du mode de transport, sélectionner les horaires de départ et d'arrivée et calculer le coût à partir de documents réels… Une situation-problème de ce type s'accompagne et vise des apprentissages méthodologiques plus transversaux :

[9] Souligné par nous

élaboration de questions, recherche et organisation d'informations, validation (mathématique ou par confrontation à la réalité) et communication des réponses (sous des formes nécessairement autres que le triptyque : schéma-solution-opération des années 1970).
Les programmes définissent enfin trois fonctions (et au moins deux moments, avant la connaissance de la notion visée et après) pour les problèmes dans l'apprentissage mathématique : pour approcher et construire de nouveaux outils mathématiques, pour réinvestir des acquis antérieurs, pour mettre en œuvre son pouvoir créatif et tester son raisonnement (situations-problèmes plus complexes).

Dans les *Contenus de formation* cycle élémentaire 1978 (p. 39, partie Instructions pédagogiques et types d'activités), on trouve les expressions situations et situations problèmes ; leurs significations ne sont pas exactement les mêmes « *C'est pourquoi on privilégiera les démarches pédagogiques à travers lesquelles les élèves sont toujours confrontés à des situations qu'ils doivent traiter. Il peut s'agir de situations conçues et proposées par l'enseignant, qui exigent, soit l'introduction de nouvelles notions et de nouvelles techniques, soit le réinvestissement de notions ou de techniques travaillées dans des situations différentes.* (…) *mais il peut s'agir aussi de 'situations problèmes' beaucoup plus ouvertes, élaborées par l'enseignant ou par les élèves à propos desquelles la recherche peut s'exercer dans de multiples directions.* ».

Les paragraphes sur notre thème d'étude sont les suivants : pour le CE 1978 page 49 :
« *Les problèmes au cycle élémentaire peuvent être envisagés selon trois points de vue :*
1) On considérera que chaque nouvel outil mathématique peut se construire et trouver sa signification au travers de l'exploitation d'une ou plusieurs « situations-problèmes » convenablement choisies.
Ainsi l'ensemble des activités mathématiques auxquelles sont confrontés les enfants peut être considéré comme une suite de « problèmes » particuliers choisis par l'enseignant pour permettre le meilleur accès à la notion ou à l'activité opératoire visée (...).
2) *D'autre part les « situations problèmes » seront le moyen pour les enfants tout au long de l'apprentissage de réinvestir, c'est-à-dire de généraliser et affiner les acquisitions antérieures, pour le maître de contrôler ces acquisitions de savoirs et de savoir-faire.*
3) Enfin il semble souhaitable que le problème puisse être aussi, dès le cycle élémentaire, l'occasion d'une exploitation plus libre de situations diverses, mais surtout plus complexes, moins épurées que celles sur lesquelles les apprentissages se seront effectués. (Contenus de formation CE 1978 p. 49).

Et pour le CM :
« *Les problèmes peuvent être envisagés selon trois points de vue :*
- *situations-problèmes utilisées pour l'approche et la construction de nouveaux outils mathématiques ;*
- *situations-problèmes permettant aux enfants de réinvestir les acquis antérieurs, d'en percevoir les limites d'utilisation (situation contre-exemple) et au maître d'en contrôler le degré de maîtrise ;*
- *situations-problèmes plus complexes, plus globales dans lesquelles l'enfant devrait pouvoir mettre en œuvre son pouvoir créatif et affiner la rigueur et la sûreté de son raisonnement.*

(…) *Il ne suffit plus pas de demander aux élèves de résoudre des problèmes (même en multipliant les exemples) pour qu'ils progressent dans leur capacité à le faire. Un apprentissage spécifique de type méthodologique est nécessaire.* ». (Contenus de formation cycle moyen 1980 p. 41).

Le texte du programme développe des objectifs liés aux problèmes tels que : rechercher, sélectionner et organiser l'information (pour des situations effectivement vécues : organisation d'une sortie, construction d'une maquette ; un support de documentation : dépliant..) ; résoudre des problèmes, valider les solutions, communiquer la démarche et les résultats (*Contenus de formation cycle moyen* p. 41-42).

L'expression 'situations-problèmes' semble être l'ostensif d'une volonté de transformer l'activité mathématique des élèves par rapport au programme de 1970, mais dont la direction n'est pas très explicite, sauf peut-être celle concernant les problèmes ne visant pas des apprentissages notionnels mathématiques, des problèmes plus complexes, « *moins épurés* » éventuellement issus des activités d'éveil. **Bien que plus aucun programme de mathématiques par la suite n'y fasse référence**, cette expression (et les multiples interprétations possibles) aura une vie bien plus longue que celle des programmes qui l'ont institutionnalisée. Elle migrera d'ailleurs avec succès dans les autres disciplines. Liée à situation problème apparaît aussi l'idée d'une méthodologie à caractère général.

2.5 Programmes 1985 – 1991 - 1995

Aperçu rapide historico-sociologique
1981 voit la création des ZEP (zones d'éducation prioritaire).
1985 : le Ministère annonce l'objectif d'une réussite de 80 % de la classe d'âge au baccalauréat. Le baccalauréat professionnel est créé.
1986 : les instituteurs sont recrutés après DEUG ; le recrutement des PEGC est arrêté.
1991 : la formation des enseignants du primaire est intégrée dans les IUFM, qui affirment la nécessité d'une formation pour tous les enseignants, complémentaire de la formation strictement disciplinaire et différente du compagnonnage. Des évaluations nationales sont mises en place en début de CE2 et de 6ème, en français et en mathématiques ; elles sont suivies dans les premières années de stages de formation continue.

Vision curriculaire
Les textes des programmes (programmes et surtout instructions) de 1985 se veulent résolument courts : le texte vendu en livre de poche était aussi déclaré à destination des parents. Sur la quatrième de couverture, on lit : « Pour la première fois, les programmes de l'école élémentaire sont présentés au grand public dans une édition claire et accessible… ». II est d'ailleurs remarquable de voir revenir, à propos des problèmes de proportionnalité, l'exemple de la règle de trois. Galisson (2009) y voit les prémices d'une Contre réforme, mais nous n'irons pas dans ce sens ; peut-être est-ce, au contraire, l'indice que l'école se professionnalise et qu'elle échappe ainsi à la compréhension naïve que croient pouvoir en faire les politiques et les parents : on associerait donc, dans un livre destiné aux parents, un mot plus « évocateur » de la proportionnalité.
Le domaine 'mathématiques' montre peu de changement sur le fond, juste sur la forme (volume d'écriture restreint oblige). **L'expression 'situation-problème' disparaît des mathématiques au profit du mot 'problème'** ; mais les problèmes gagnent une nouvelle fonction explicitée, pas des moindres : « *ils [les élèves] découvrent les notions comme réponses à des problèmes* » : la possibilité d'entrer dans la signification d'une notion par des problèmes (CE 1978 p. 49) décrite ci-dessus s'est transformée en nécessité.
Les problèmes sont encore de trois types :

1. « *ceux qui permettent la construction de nouveaux outils mathématiques (par exemple l'introduction de la soustraction, de la multiplication des nombres décimaux) ;*
2. *ceux qui invitent à utiliser des acquis* (…) ;
3. *ceux qui sont liés à une véritable recherche (par exemple trouver les patrons d'un cube)* »

Les cycles à l'école primaire, 1991, CNDP, Programmes et instructions 1985 p. 104.

La citation des compétences nécessaires à la résolution de problèmes des programmes de 1978 devient en 1985 un programme d'enseignement :

« *Résoudre des problèmes suppose la maîtrise d'un certain nombre d'outils, numériques et géométriques, et l'appropriation de méthodes. Pour cela le maître habitue les élèves à organiser les données (ce qui suppose des outils et la capacité de les choisir) ; à associer à une question posée des connaissances utiles ; à exprimer, oralement et par écrit, leurs démarches et les résultats obtenus, en essayant de les justifier.* ».

Les cycles à l'école primaire, 1991, CNDP, Programmes et instructions 1985 p. 104.

L'introduction des cycles en 1991 (regroupement des années par trois avec un seul redoublement autorisé par cycle) a donné lieu à un complément d'écriture sur les programmes de 1985, une rédaction en termes de *Compétences à acquérir par les élèves au cours de chaque cycle*. Une rubrique spécifique, *Résolution de problèmes*, apparaît au même titre et en tête des domaines usuels (Connaissance des nombres, Calcul, Géométrie, Mesure) : la voici pour le cycle 3 :
« *Dans des situations variées, l'élève pourra :*
- reconnaître, trier, organiser et traiter les données utiles à la résolution d'un problème ;
- formuler et communiquer sa démarche et ses résultats ;
- argumenter à propos de la validité d'une solution ;
- élaborer une démarche originale dans un véritable problème de recherche, c'est-à-dire un problème pour lequel on ne dispose d'aucune solution déjà éprouvée ;
- élaborer un questionnement à partir d'un ensemble de données. ».

Les cycles à l'école primaire, 1991, CNDP, p. 52.

Certes ce n'est plus un programme d'enseignement, mais la tentation est grande de le lire ainsi dans la continuité déclarée des programmes de 1985.

Les nouveaux programmes de mathématiques de 1995 (contenus et compétences), proposent quelques allègements de contenus (par exemple multiplication et division de décimaux non entiers passent au collège), sans changement de fond ni de rédaction.
Le programme fait mention des problèmes dans son introduction, en affirmant « *la place centrale [de la résolution de problèmes] dans l'appropriation par les élèves des connaissances mathématiques* » (Programmes de l'école primaire 1995, cycle 3, CNDP p. 62) et le fait que « *la plupart des notions* (...) *peuvent être élaborées par les élèves comme outils pertinents pour résoudre des problèmes nouveaux* (…) » prolongeant l'intention de 1985.
Il reprend la typologie en trois groupes : « *véritables problèmes de recherche* », « *problèmes destinés à permettre l'utilisation des acquis antérieurs dans des situations d'application et de réinvestissement* », « *problèmes destinés à permettre l'utilisation conjointe de plusieurs connaissances dans des situations*[10] *plus complexes* » (idem p. 62), mais la relativise : « *Un même problème, suivant le moment où on le propose, suivant les connaissances des élèves à qui on le destine et suivant la gestion qui en est faite, peut relever de l'une ou de l'autre des catégories précédentes.* ».
Dans les contenus sont évoqués les problèmes relevant des quatre opérations sur entiers et décimaux. Dans la partie *Mathématiques* des *Compétences à acquérir au cours de chaque cycle*, les titres des différentes rubriques et les libellés concernant la rubrique *Résolution de problèmes* n'ont pas varié entre 1991 et 1995.

2.6 Programmes 2002

Vision curriculaire
Les programmes de 2002 se caractérisent par une abondance d'écrits : contenus disciplinaires, compétences à atteindre en fin de cycle et commentaires constituent les documents d'application des programmes, qui comprennent aussi des répartitions de compétences par cycle. Ces textes sont accompagnés de *Documents d'accompagnement* parus entre 2003 et 2005 qui apportent des

[10] On note là la double utilisation des mots 'problème' et 'situation' ….

compléments disciplinaires et didactiques sur certains thèmes. Pour les mathématiques, par exemple, les choix de thèmes sont liés soit à leur caractère novateur, soit à des nécessités de régulation des pratiques connues. Sont proposées des progressions mathématiques par cycle avec un indicateur par année de cycle.

Les programmes de mathématiques de 2002 reprennent comme un leitmotiv l'hypothèse usuelle sur les apprentissages. On y lit :
Cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) : « *Elaborées comme réponses efficaces, les premières notions mathématiques sont identifiées, puis étudiées dans le but d'être utilisables pour de nouveaux problèmes.* » (BO n° 1 HS 14 février 2002, p. 50).
Le lecteur averti peut reconnaître sous certains libellés des influences de la didactique. Par exemple « *Dans cet esprit, on privilégie les problèmes où les élèves sont placés en situation d'anticiper une réponse qu'ils pourront ensuite vérifier expérimentalement.* » (BO n° 1 HS 14 février 2002, p. 51) suggère une phase d'action (avec rétroaction) au sens de la TSD[11]. Mais combien le décoderont ainsi ?

Ou encore dans la typologie des problèmes numériques regroupés dans *Exploitation des données numériques* (BO n° 1 HS 14 février 2002, p. 51 et *Documents d'application mathématiques* cycle 2, MEN DESCO 2002 p. 15-16), il peut reconnaître une hiérarchisation en termes de *procédures personnelles, procédures expertes (Document d'accompagnement,* MEN DESCO 2005 p. 15 à 17), fortement inspirée de celle de Vergnaud. Mais aucune bibliographie ne renseigne sur les sources de certains choix.

Cycle des approfondissements (cycle 3) « *L'élaboration des connaissances se réalise au travers de la résolution de problèmes, leur maîtrise nécessite des moments d'explicitation et de synthèse, et leur efficacité est conditionnée par leur entraînement dans des exercices qui contribuent à leur mémorisation.* » (BO n° 1 HS 14 février 2002, p. 82).

Dans les Documents d'application, on trouve quatre types de problèmes :
« *des problèmes de recherche, c'est-à-dire des problèmes pour lesquels l'élève ne dispose pas de démarche préalablement explorée : certains de ces problèmes sont utilisés pour permettre la construction de connaissances nouvelles, d'autres sont davantage destinés à placer l'élève en situation de chercher, d'élaborer une solution originale ; des problèmes destinés à permettre l'utilisation des acquis antérieurs dans des situations d'application et de réinvestissement ; des problèmes destinés à permettre l'utilisation conjointe de plusieurs connaissances dans des situations plus complexes.* »
Document d'application, mathématiques cycle 3, MEN DESCO 2002 p. 13.
avec la même relativité : « *Un même problème, suivant le moment où on le propose, suivant les connaissances des élèves à qui on le destine et suivant la gestion qui en est faite, peut relever de l'une ou l'autre des catégories.* ».

En revanche, dans le premier paragraphe des Contenus, Compétences et Commentaires, intitulé *Place de la résolution de problèmes dans les apprentissages mathématiques* au cycle 2 (versus cycle 3), la liste de compétences liées à ce thème ne comporte plus d'item laissant supposer une chronologie nécessaire du processus de résolution comme *reconnaître, trier, organiser et traiter les données utiles à la résolution d'un problème ;* ni *élaborer un questionnement à partir d'un ensemble de données,* prétexte à des dérives. Il est signalé :

[11] Théorie des Situations Didactiques

« *Ces compétences n'ont pas à être travaillées pour elles-mêmes, l'objectif essentiel étant toujours de résoudre le problème proposé* » Document d'application mathématiques cycle 3, MEN DESCO 2002 p. 13.

2.7 Programmes 2007 et 2008

Vision curriculaire

Une première réécriture en 2007, intégrant le socle commun (BO HS n° 5 du 12 avril 2007), compile dans les programmes contenus et extraits des documents d'application 2002. Cependant le paragraphe consacré aux problèmes devient plus concis, aucune typologie des problèmes selon leur fonction n'est proposée, la fonction recherche disparaît.

« *La résolution de problèmes est au centre des activités mathématiques et permet de donner leur signification à toutes les connaissances qui y sont travaillées : nombres entiers et décimaux, calcul avec ces nombres, approche des fractions, objets du plan et de l'espace et certaines de leurs propriétés, mesure de quelques grandeurs.*

Les situations sur lesquelles portent les problèmes peuvent être issues de la vie de la classe, de la vie courante, de jeux, d'autres domaines de connaissances ou s'appuyer sur des objets mathématiques (figures, nombres, mesures…). Elles sont présentées sous des formes variées : expérience concrète, description orale, support écrit (texte, document, tableau, graphique, schéma, figure) (…).

L'élaboration des connaissances se réalise au travers de la résolution de problèmes, leur maîtrise nécessite des moments d'explicitation et de synthèse, et leur efficacité est conditionnée par leur entraînement dans des exercices qui contribuent à leur mémorisation. ».

BO HS n° 5 du 12 avril 2007 cycle 3

Des évaluations diagnostiques nationales sont faites en début de CE1, début de CM2 (septembre 2007) ; elles déclenchent les PPRE qui intègrent l'individualisation de l'échec. Ces évaluations sont distinctes de celles de fin de cycle (paliers 1 et 2) laissées à l'initiative des circonscriptions.

La rédaction des programmes de 2008 est plus sommaire, une page de BO par cycle suffit pour les mathématiques. Il existe des progressions par niveau (progressions par cycle en 2002).

Les mathématiques du Cycle 2 (BO n° 3 du 19 juin 2008 p. 18) sont composées de quatre rubriques intitulées : *Nombres et calcul*, *Grandeurs et Mesure*, *Géométrie*, *Organisation et gestion de données.* On note un alignement des intitulés sur ceux du collège, est-ce l'indice d'une perte de spécificité de l'école ?

La présence du mot problème est plus rare : nous n'avons noté que peu d'occurrences :

- deux seulement dans les contenus :
  - Nombres et calcul : « *Les problèmes de groupements et de partage permettent une première approche de la division pour des nombres inférieurs à 100.* »
  - Grandeurs et Mesure : « *Ils commencent à résoudre des problèmes portant sur des longueurs, des masses, des durées ou des prix.* »
- une seule occurrence « *- résoudre des problèmes très simples* » dans les Compétences de fin de cycle 2 (palier 1), Compétence 3, Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique (BO n° 3 du 19 juin 2008 p. 20).

Dans les mathématiques du cycle 3 (BO n° 3 du 19 juin 2008 p. 22), on peut lire dans l'introduction :

« *Du CE2 au CM2, dans les quatre domaines du programme, l'élève enrichit ses connaissances, acquiert de nouveaux outils, et continue d'apprendre à résoudre des problèmes.* ». Se retrouvent les quatre mêmes rubriques qu'au cycle 2 et dans chaque rubrique figurent trois lignes sur les Problèmes, avec dans trois d'entre elles une fonction des problèmes d'approfondissement, de consolidation

des connaissances étudiées. Seule la dernière rubrique (*Organisation et gestion de données)* confère aux problèmes le rôle de développement des « capacités d'o*rganisation et gestion de données* ».
Dans les Compétences fin de CM2, palier 2 (BO n° 3 du 19 juin 2008 p. 28), on trouve une seule occurrence de problèmes « *résoudre des problèmes relevant des quatre opérations, de la proportionnalité, et faisant intervenir différents objets mathématiques : nombres, mesures, "règle de trois", figures géométriques, schémas* ; ».
En revanche, dans les propositions de progressions, on retrouve la compétence résoudre des problèmes dans pratiquement toutes les rubriques et à tous les niveaux de classe de l'école primaire.

2.8 En résumé

La résolution de problèmes a eu une place constante dans les programmes et les instructions de l'école primaire de 1945 à nos jours, mais la nature des problèmes et leur rôle ont changé.
Après 1945, ils ont une fonction résolument utilitariste, compréhensible du fait que pour beaucoup d'élèves, l'école primaire représente la fin des études. Placés en fin d'apprentissage, ils ont aussi pour fonction de montrer que les savoirs transmis par l'école ont été appris.
25 ans plus tard, la situation a radicalement changé : l'école primaire ne marque plus la fin d'étude, mais prépare au secondaire ; le regard sur l'élève est différent. Les problèmes acquièrent une nouvelle fonction, celle de motiver les apprentissages, voire de les initier.
De la réforme des Mathématiques Modernes à nos jours, les problèmes confirment leur place en début du processus d'apprentissage, où ils devraient permettre non seulement de motiver, mais aussi d'engager les élèves dans une découverte des notions mathématiques nouvelles.
Simultanément naît un autre mouvement dans les années 1980 : l'introduction d'ambitions méthodologiques et plus transversales, avec les situations problèmes, parmi lesquelles les problèmes ouverts, pouvaient aussi ne pas viser seulement des compétences mathématiques. Nous verrons que cette introduction fut sans doute influencée par les recherches didactiques, mais aussi par la recherche action- innovation. Cette dimension devient plus explicite dans les années 1990, mais demeure controversée, comme le prouve le dernier programme 2008.
Parallèlement apparaissent des objets étranges : des aides méthodologiques à la résolution de problèmes se répandent dans les manuels scolaires avec des formes inspirées de l'intelligence artificielle (une velléité d'algorithmiser les processus de traitement des problèmes). Ces formes sont contestées par les chercheurs et semblent disparaître en 2002, 2007 (au moins pour un lecteur averti). L'ambiguïté réapparaît dans les programmes 2008 suite à leur économie de rédaction.

Nous avons essayé de résumer en annexe dans un tableau les fonctions, expressions utilisées, bonne forme des problèmes, selon les programmes successifs.

L'étude n'a pas été très poussée dans ce texte, mais on pressent ce qu'une étude en termes de niveaux de détermination, au sens de la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard 2007 p. 737), apporterait à la connaissance de cet objet d'enseignement qu'est le problème[12].

Qu'est ce qui a influencé ces changements ? Nous allons maintenant examiner les influences des recherches en didactique des mathématiques et des recherches actions innovations.

[12] Pour des compléments voir notamment Artigue et Houdement 2007, Galisson 2009.

3 RECHERCHES EN DIDACTIQUE ET PROBLÈMES

3.1 La Théorie des Situations Didactiques

Personne n'ignore plus que les problèmes jouent un rôle fondamental dans la Théorie des Situations Didactiques (TSD) que Brousseau a développé dans les années 1970. Rappelons son ambitieux projet de départ (Perrin Glorian 1994 p. 98) : « *déterminer de façon scientifique quel peut être le meilleur enseignement de mathématiques pour tous les enfants d'école élémentaire* », et pour cela mettre au point une « programmation », un découpage des savoirs en une succession de leçons avec un ordre partiel. Ce projet a évolué vers l'étude des conditions de l'acte d'enseignement, avec des appuis légitimes sur toutes « *les combinaisons spécifiques de connaissances* » (psychologie, épistémologie, biologie et épistémologie génétique, mathématiques, linguistique, etc.).
Brousseau travaille sous forte hypothèse constructiviste et intègre en mathématiques la notion d'obstacle empruntée à Bachelard :
« *Dans la didactique moderne, l'enseignement est la dévolution à l'élève d'une situation adidactique, correcte, l'apprentissage est une adaptation à cette situation.* » (Brousseau 1998 p. 60).
« *Le maître doit effectuer, non la communication d'une connaissance, mais la dévolution d'un bon problème.* » (idem p. 61).
L'objet fondamental dans cette théorie est le concept de situation défini comme un système de relations entre des élèves, un professeur et du savoir mathématique. Brousseau écrit en 2006 « *la notion de situation inclut, étend et diversifie la notion de problème* ».
En réalité, l'objet fondamental dans cette théorie n'est pas tant le concept de situation que celui de contrat didactique, la part du contrat spécifique du contenu qui fixe (même implicitement) ce que chacun, élève ou professeur, a la responsabilité de gérer et dont il est responsable devant l'autre. Mais Brousseau (1970-1990, p. 62) précise « *Le concept théorique en didactique n'est donc pas le contrat, mais le processus de recherche d'un contrat hypothétique. C'est ce processus qui représente les observations et doit les modéliser et les expliquer.* ».
Précisons la signification des termes utilisés par Brousseau pour éviter, autant que faire se peut, des interprétations erronées des concepts didactiques et ne pas se limiter à des sens idéologiques, véhiculés par les programmes (Sierpinska 2006 p. 31). La COPIRELEM, à l'initiative de J. Briand et M-H. Salin, avait d'ailleurs réfléchi dans ce sens à un glossaire qui figure dans *Concertum* (COPIRELEM 2003 tome p. 201-210) et regroupe une sélection de situations et réflexions liées à la formation des maîtres.

Une *situation fondamentale* (1982) d'une connaissance est une suite de situations a-didactiques de cette connaissance. C'est un « paradigme de recherche », ce n'est pas une situation d'enseignement (Perrin 1994 p. 123). Brousseau fait (ou a fait) l'hypothèse qu'il existe des situations fondamentales pour toute connaissance (Brousseau 1998 p. 59 bas) ; cette affirmation ne résout pas totalement la question puisqu'il reste à en construire, ce qui peut ne pas être toujours possible, notamment pour les concepts Fédérateurs Unificateurs Généralisateurs (Robert 2000).

Une *situation a-didactique* comprend un problème choisi par le professeur, adapté à l'élève, pour faire acquérir à l'élève une connaissance nouvelle (l'élève sait que le professeur a un projet d'apprentissage pour lui), mais « *la connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation* et *il* [l'élève] *peut la construire sans faire appel à des raisons didactiques* » (Brousseau 1998 p. 59). Il existe divers types de situations a-didactiques : action, formulation, validation (idem p. 96-104).

La *situation didactique* comprend les problèmes posés et les interactions du professeur avec les élèves et les problèmes *hic et nunc (*ibidem p. 59) : elle représente l'unité d'analyse minimale pour comprendre ce qui se joue du coté des connaissances.

Brousseau a utilisé l'expression *situation-problème* en 1981 (ibidem p. 267 et 279) pour la recherche de l'épaisseur d'une feuille de papier dans son article sur *Problèmes de didactique des décimaux* plus exactement pour la phase 2. Les élèves sont sollicités par plusieurs tâches : dans la phase 1, réfléchir au moyen de désigner l'épaisseur des feuilles (environ 20 min, déductible de l'épaisseur d'un nombre choisi de feuilles) ; dans la phase 2, tester ce codage dans un jeu de communication (partage de l'équipe en deux) ; dans la phase 3, analyser les écrits suite aux réussites et échecs.
En TSD, la situation-problème est donc la situation qui pose problème aux élèves ; la connaissance visée (écriture fractionnaire comme rapport de proportionnalité) étant à terme une façon de résoudre le problème. Mais la TSD ne se limite pas à une succession de situations-problèmes, a fortiori non plus à des situations problèmes isolées.
« *Dans la situation didactique se manifeste la volonté d'enseigner, on peut y distinguer une situation-problème et un contrat didactique. Le contrat didactique, c'est ce qui va conditionner la signification pour l'élève du problème et du concept visé, ce qui va permettre la négociation du sens des activités en jeu.* » (Perrin 1994 p. 124).
De plus, la TSD se définit bien plus comme un outil prospectif (pour des ingénieries de recherche) et d'analyse (pour la recherche et les situations plus ordinaires (Perrin & Hersant 2003).
D'autre part, dans la TSD, la fonction des problèmes n'est pas limitée à l'introduction des notions : les problèmes sont aussi en jeu pour évaluer les connaissances acquises (Brousseau 1998 p. 59).
« *Il n'aura véritablement acquis cette connaissance que lorsqu'il sera capable de la mettre en œuvre dans des situations qu'il rencontrera en dehors de tout contexte d'enseignement et en l'absence de toute indication intentionnelle* ».

La TSD a certainement marqué les programmes, par son caractère scientifique (basée sur des analyses d'observations d'élèves en classe), mais sans doute par son caractère novateur, entrant en résonance avec d'autres envies d'innovation, portées par des mathématiciens qui se désolaient déjà (bien avant PISA) du manque d'initiative que prenaient les étudiants face à des problèmes qui leur résistaient.

A priori, la TSD se voulait descriptive et analytique… Mais il nous semble que cette volonté de repérer les bonnes conditions d'apprentissage a conduit certains à supposer ces conditions nécessaires, voire suffisantes dans l'enseignement.

3.2 La Théorie Anthropologique du Didactique

La Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) insère l'activité mathématique dans les activités humaines et la regarde comme une suite de réponses à une suite de questions : d'où le terme « praxéologie » (Chevallard 1992) avec la « praxis », qui englobe *des types de problèmes* et *des techniques* pour les résoudre et le « logos », qui englobe des *technologie*s pour décrire, expliquer et justifier les techniques et des *théories* pour justifier les technologies. A priori la TAD se définit essentiellement comme descriptive et refuse une volonté prescriptive.

Dans la TAD, les problèmes ne sont pas isolés. L'enjeu n'est pas le problème qu'on est en train de résoudre, mais ce qu'on fait après avec la réponse fournie, autrement dit « le type de problèmes que celle-ci permettra de résoudre et qui a des chances de se reproduire plus tard. ».
« Se noue ainsi une *dialectique fondamentale* : étudier des problèmes est un moyen permettant de créer et de mettre au point une technique relative aux problèmes de même type, technique qui elle-même sera ensuite, éventuellement, le moyen de résoudre de manière quasi routinière des problèmes de ce type, c'est-à-dire d'effectuer des tâches $t \in T_i$. » (Chevallard 2007 p. 731).

Le postulat anthropologique est le suivant : « le processus d'étude *d'une question problématique conduit à la considération* d'un type de problèmes *auquel on rattache la question, processus qui aboutit à la mise en place* d'organisations ou praxéologies mathématiques *de complexités croissantes* : ponctuelles *si elles nerépondent qu'à la réalisation du type de tâches,* locales *si elles regroupent différents types de tâches et de techniques autour d'un discours technologique commun,* régionales *lorsqu'elles regroupent les organisations mathématiques locales qui partagent la même théorie.* » (Bosch & Gascón, 2004 p. 113).
« *Comment organiser un processus d'étude qui permette l'articulation des différentes dimensions de l'activité mathématique scolaire, depuis le travail le plus routinier jusqu'à la résolution de problèmes plus « ouverts » au sens où ils se situeraient « aux bords » des organisations mathématiques élaborées* ? » (Bosch & Gascón. 2004, p. 114).
Cette question fondamentale trouve, en TAD, une réponse dans les PER (Plan d'étude et de recherche) : par exemple, pour élèves de lycée (thèse de Rodriguez), chercher quel est le tarif de téléphonie mobile qui convient à chacun. En revanche, à notre connaissance, aucun exemple de PER n'est disponible pour l'école élémentaire, là où pourtant les frontières entre disciplines sont plus perméables.

Le PER suppose la rupture thématique puisqu'il part d'une question qui peut toucher divers thèmes. Le PER admet la rupture disciplinaire, la question initiatrice des PER n'est pas sans rappeler les situations problèmes de 1980… Or les situations problèmes de 1980 ont assez mal vécu car, étant de gestion difficile en classe, elles ne débouchaient pas toujours sur des savoirs institutionnalisables ; d'autre part, il était très difficile au professeur d'organiser une progression. Comment donc construire et communiquer (notamment à des enseignants non spécialistes de mathématiques) des PER pour l'école élémentaire ?

3.3 Les autres concepts issus de recherches en didactique liés aux problèmes

Pour Douady (1984), les problèmes sont une facette des leviers cognitifs que sont la dialectique outil-objet, la dialectique ancien- nouveau, les jeux de cadres : dans un problème, on mobilise de l'*ancien* qui résout totalement ou partiellement le problème ; si cet ancien ne suffit pas, est mis en action du « *nouveau implicite* » (extension de champ de validité, outil nouveau) ; certains éléments sont formulés et identifiés, il s'agit de *nouveau explicite*. La situation d'institutionnalisation officialise pour toute la classe ce qui a diffusé…
Reprenant ses propos de 1984, puis 1986, Douady pose en 1994 « *des conditions pour qu'un problème soit source d'apprentissage* (...) :
- **La connaissance visée par l'apprentissage est un outil adapté au problème. (1)**
- L'énoncé (contexte et questions) a du sens pour les élèves.
- Compte tenu de leurs connaissances, les élèves peuvent engager une procédure de résolution, mais ils ne peuvent pas résoudre complètement le problème.
- Les connaissances visées par l'apprentissage (contenu ou méthode) sont des outils adaptés au problème.
- Le problème peut se formuler dans au moins deux cadres différents.

Douady (1984) ajoute « *Les notions de champ conceptuel et analyse de la tâche introduites par G. Vergnaud sont précieuses pour concevoir et organiser les situations–problème.s* » : l'expression situation-problème est de nouveau citée, mais comme synonyme de situation didactique. En effet, elle donne l'exemple, en CM2, de l'existence d'un rectangle de périmètre et aire fixés pour installer la connaissance décimaux comme solution approchée.
Douady (1994) insiste sur l'importance de la familiarisation (problèmes proches de ceux qu'ils ont résolus) et du réinvestissement (problèmes plus complexes).
Dans le même article, elle insiste sur le fait que le processus d'institutionnalisation commence pour l'enseignant « avec le choix du problème et les décisions qui organisent la situation didactique. » (Douady 1994 p. 56).

Dès les années 1980, Vergnaud conçoit un concept comme un triplet dont les trois composantes sont les situations, les modèles implicites d'action (invariants opératoires) et les systèmes sémiotiques. Pour lui aussi, les problèmes dans l'enseignement ne doivent pas être isolés, la fréquentation d'ensembles de problèmes est nécessaire pour attraper un concept. Vergnaud (1990) a particulièrement enrichi le champ des structures additives et multiplicatives, en rendant explicite, par des considérations cognitives, des catégorisations en acte dans des interprétations pédagogiques de programmes plus anciens (soustraction-complément, soustraction-reste, etc..).

Ces travaux montrent que, dans les recherches en didactique, les problèmes choisis pour introduire de nouvelles notions sont en petit nombre et très encadrés. Ils sont souvent décrits par un discours plus général relevant leurs caractéristiques. Dans les programmes se retrouvent certaines de ces caractéristiques, mais rarement toutes. Aucune situation n'est décrite de façon pointue.
Deux distances entre les résultats de recherche didactique et leur « mise en enseignement » seraient à considérer : la première est celle qui sépare les résultats de recherche, encadrés, précis et contrôlés, et la généralisation dans des classes ordinaires ; la seconde relève de l'interprétation personnelle de textes à partir de fondements théoriques qui ne sont pas toujours connus, ni partagés. Ces distances relèvent de la transposition. Or il existe des institutions spécialisées dans la transposition : l'INRP (aussi d'une certaine façon les IREM), qui produit des ouvrages pédagogiques issus de recherches pédagogiques appuyées sur les travaux de didactique, et les manuels scolaires dépendant de la familiarisation de leurs auteurs avec les travaux précités. Dans le paragraphe suivant, nous étudierons quelques ressources pour formateurs et enseignants qui ont marqué la problématique des problèmes.

4 LES PROBLÈMES DANS DES RESSOURCES POUR LES ENSEIGNANTS ET LES FORMATEURS

Dans cette partie, nous allons montrer comment les notions théoriques développées dans la partie précédente ont été utilisées, transposées pour produire des ressources pour les professeurs. Parmi celles-ci, nous en analysons certaines,choisies car elles ont été fortement utilisées, notamment en formation. Il s'agit de la brochure intitulée « Problème ouvert et situation problème », publiée par Arsac et al., en 1988 à l'IREM de Lyon et de la collection ERMEL publiée par l'INRP (1991-1999).

4.1 Problème ouvert et situation problème

Bien que la brochure ne soit pas destinée aux professeurs du primaire à cause des exemples cités qui sont tous de niveau collège, nous savons bien, de par notre expérience de formatrices, que

les notions de problème ouvert et de situation-problème ont été largement reprises à l'école primaire.
Le problème ouvert est défini par les trois caractéristiques suivantes :

1. *L'énoncé est court.*
2. *L'énoncé n'induit ni la méthode ni la solution.*
3. *Le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi peuvent-ils prendre facilement possession de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contre-exemples. ».*

Une caractéristique essentielle du problème ouvert est que les connaissances en jeu sont supposées assez maîtrisées par les élèves du niveau donné et que ceux-ci n'ont pas de connaissances nouvelles à mettre en œuvre.
En cela, il est différent de la situation-problème (définie dans le même ouvrage) par le fait que dans une situation problème, il y a une connaissance visée qui doit être l'outil le plus adapté pour résoudre le problème. Ainsi, la connaissance nouvelle doit se révéler être l'outil optimal pour résoudre le problème et elle serait ainsi « découverte » par l'élève. On remarque que la définition proposée est reprise de Douady (voir plus haut) avec la dernière condition qui fait explicitement référence aux changements de cadres (Douady 1987).

1. *L'élève doit pouvoir s'engager dans la résolution du problème. L'élève peut envisager ce qu'est une réponse possible du problème.*
2. *Les connaissances de l'élève sont en principe suffisantes pour qu'il résolve immédiatement le problème.*
3. *La situation problème doit permettre à l'élève de décider si une solution trouvée est convenable ou pas.*
4. *La connaissance que l'on désire voir acquérir par l'élève doit être l'outil le plus adapté pour la résolution du problème au niveau de l'élève.*
5. *Le problème peut se formuler dans plusieurs cadres entre lesquels on peut établir des correspondances (par exemple cadre physique, cadre géométrique, cadre graphique).*

En plus de ces définitions et d'exemples qui sont commentés, pour ces deux outils d'enseignement, il est intéressant de constater qu'une grande partie de l'ouvrage est consacrée à donner des indications fortes sur la gestion de classe comme si les auteurs voulaient outiller les professeurs sur ces gestes professionnels qui conditionnent la réussite de la recherche des élèves. On peut noter que les pages 13 à 28 portent sur l'explicitation du rôle du professeur dans chaque phase et qu'ensuite, des exemples sont proposés. Ainsi, le professeur est un « animateur de la recherche, puis du débat », « le professeur prendra garde de ne pas trop intervenir », « il ne circulera même pas entre les groupes ».
Derrière cette description du rôle du professeur, il y a certainement une position fortement constructiviste (l'élève construit ses connaissances seul) mais pas complètement assumée dans la globalité de la classe puisque cela ne recouvre pas tous les moments d'enseignement de par la nature des problèmes. Il est à noter qu'à cette époque, on n'envisageait pas que le professeur puissefournir des aides aux élèves : son rôle se limitait à choisir le problème, à le dévoluer aux élèves sans autre intervention et ensuite à animer le débat.

Nous pensons que la référence à la théorie des situations (Brousseau 1987) est claire mais elle est utilisée, non plus dans un cadre d'analyse, mais dans une visée prescriptive, notamment à travers ces indications sur la gestion de classe. Par exemple, par l'existence des phases qui deviennent alors prescriptives (« la gestion doit comporter plusieurs phases ») : un travail individuel, puis en groupe de quatre, et enfin une discussion collective à partir d'affiches réalisées par les groupes. Comme nous l'avons souligné ci-dessus, on peut retrouver également

la notion de dévolution. En revanche, la phase d'institutionnalisation est évoquée mais n'est pas du tout développée.
Notons qu'un problème ouvert comporte nécessairement des conjectures qui sont discutées ensuite, donc tout problème n'est pas un problème ouvert. Or, il existe des problèmes de recherche qui ne portent pas sur des conjectures. La particularité de ces problèmes n'est pas interrogée. En fait, si l'on regarde les exemples qui sont donnés par la suite, on trouve souvent, mais pas exclusivement, des problèmes dont le nombre de solutions est important et pour lesquels l'élève doit s'organiser par trouver toutes les solutions.

Pour conclure sur cette partie, nous nous interrogeons *a posteriori* sur le but des auteurs, notamment pour le problème ouvert. La définition et la mise en œuvre du problème ouvert comme moyen de faire chercher les élèves, n'a-t-elle pas été surtout une façon de faire évoluer le rôle du professeur, de montrer que l'on peut enseigner autrement que dans une position magistrale ? C'est ce qui est souligné par les auteurs page 3 dans le paragraphe « Pourquoi mettre l'accent sur la gestion de classe ? ».
On peut également se demander ce qu'apprennent les élèves de ces problèmes. Prenons par exemple « Le plus grand produit » (ERMEL) ou « Les aimants » (Bessot et al., 1985), exemples bien connus. On ne peut pas dire que les élèves apprennent quelque chose du résultat ou de la réponse (à savoir les décompositions additives pour le plus grand produit), mais ils apprennent que l'on peut chercher un problème, ou bien qu'il peut avoir plusieurs solutions ou comment ne pas oublier de solution. Ceci est important et tout à fait formateur pour l'élève puisqu'on sait bien que dans certains fonctionnements de classe, il n'y aucune chance que l'élève puisse mettre en œuvre une procédure de recherche même sur des problèmes classiques.
Enfin, nous nous interrogeons sur les limites de telles pratiques si le professeur consacre quelques séances à des problèmes ouverts et le reste du temps, fait comme d'habitude car les problèmes usuels ne sont pas de même nature. Il y a donc un vrai problème de transfert d'une pratique innovante à une pratiquequotidienne. On le voit bien à travers des dérives constatées en formation : la deuxième condition de Douady portant sur les connaissances des élèves est souvent traduite par « le problème ne nécessite aucune connaissance » ce qui montre que l'analyse du problème n'a pas été faite.

4.2 La collection ERMEL

Intéressons nous maintenant aux ouvrages de la collection ERMEL (1991-1999), bien connus à l'école primaire. Là encore, on retrouve les mêmes références, mais avec un point de vue légèrement différent car les ouvrages de la collection ERMEL sont faits pour la classe et donc, pour la pratique quotidienne.
Dans la seconde partie (« Nos conceptions de l'apprentissage »), les auteurs explicitent leur point de vue théorique sur les apprentissages et sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire à travers cinq hypothèses :

1. Les connaissances se construisent et prennent du sens à travers des actions finalisées.
2. Les connaissances se construisent dans un contexte d'interactions sociales (avec les autres élèves et le maître).
3. Les connaissances ne se construisent pas à partir de rien, elles ne s'entassent pas, il y a des retours en arrière.
4. Les connaissances se construisent par la répétition.
5. Les connaissances prennent du sens à travers des situations différentes.

Là encore, le point de vue est constructiviste : « *La résolution de problème est tout à la fois le moteur, le lieu (au moins en partie) et le critère de l'apprentissage.* » et même socio constructiviste (hypothèse 2).
Les auteurs indiquent très clairement que les apprentissages se font sur la durée. Ils se placent dans le cadre de la dialectique outil/objet (Douady 1987) : ainsi les connaissances nouvelles sont introduites comme des réponses à un (ou des) problèmes (ce sont des outils de résolution), puis elles sont institutionnalisées et deviennent des objets enseignés et enfin, ces connaissances permettent de résoudre d'autres problèmes (on retrouve le caractère outil). Ils mettent en garde les lecteurs à propos de la manipulation qui ne peut constituer à elle seule l'activité mathématique, il est nécessaire d'anticiper sur les actions concrètes. Enfin l'hypothèse 5 renvoie à la théorie de champs conceptuels (Vergnaud 1990).

On trouve aussi une classification des problèmes qui peut faire penser à celles qui ont été produites dans les programmes à certaines époques : les auteurs distinguent les problèmes pour apprendre « *ils doivent à la fois permettre à l'élève d'utiliser ses connaissances actuellement disponibles pour comprendre ce qu'il s'agit de trouver et l'amener à prendre conscience de l'inadéquation et de l'insuffisance de ces mêmes connaissances.* » et les problèmes pour chercher « *A d'autres moments, les problèmes ont pour objectif principal de fournir aux enfants l'occasion d'apprendre à chercher, de construire des méthodes : il arrive que certains de ces problèmes n'aient pas de solution, que d'autres en aient plusieurs et non toujours une solution unique, comme le laissent penser les séries de problèmes proposés habituellement aux enfants.* » (ERMEL CP). Même si les termes sont différents, on retrouve bien là les caractéristiques déjà formulées pour les situations-problèmes ou problèmes ouverts.
De la même façon, le rôle du maître est bien décrit dans la partie « Les interventions didactiques » (ERMEL CM2) à travers les points suivants.Tout d'abord, la gestion de mises en commun qui sont des moments d'échange, d'explicitation, de débat : les auteurs savent bien que ce sont des moments difficiles à gérer pour les maîtres. Le second point est le rôle important de l'argumentation et des débats, avec le rôle et le statut du vrai/faux en mathématiques. Enfin une partie est consacrée à la gestion différenciée des apprentissages (par les procédures, par les ressources, les aides et par la tâche).
On retrouve encore, ici, à travers l'importance donnée aux mises en commun et aux synthèses, le déplacement du rôle du maître, de celui qui déverse lesavoir à celui de « médiateur ». En revanche, il nous semble que la construction des séquences de classe, avec une alternance des moments didactiques, est à la charge des maîtres car il y a peu d'institutionnalisations énoncées et que les exercices de réinvestissement sont relégués à la fin de l'ouvrage.

4.3 Les manuels plus classiques

On trouve une grande diversité dans les manuels plus classiques, c'est-à-dire ceux directement proposés aux élèves. D'un côté, on trouve des fichiers « remplissage », dans lesquels l'activité de l'élève est souvent réduite à des exercices sans enjeu, avec des questions fermées où l'élève est guidé. D'un autre côté, il existe des manuels avec livre du maître qui tentent de prendre en compte le discours des programmes sur la résolution de problèmes.
Mais on peut aussi voir, dans les classes ordinaires, des utilisations qui ne produisent pas les effets souhaités et notamment des problèmes d'introduction sans lendemain, c'est-à-dire insuffisamment articulés avec les savoirs en jeu, et peu de problèmes de recherche insérés dans une progression.

4.4 Le rapport de l'Inspection Générale

C'est ce que souligne le rapport de l'Inspection Générale sur « L'enseignement des mathématiques au cycle 3 de l'école primaire » de juin 2006. Ce rapport a été écrit à partir de rapports d'inspection de 120 classes de cycle 3. Un peu moins de la moitié des rapports portent sur les mathématiques. Voici les points qui sont mis en avant dans ce document :
La notion de problème semble être une notion « brouillée (sic) » dans le sens où les maîtres (maîtresses) ne voient pas vraiment comment mettre en œuvre des séances de résolution de problème dans les classes ou bien comment faire la classe en intégrant les problèmes. Ainsi, on trouve (encore) des maîtres (maîtresses) qui font des séances spécifiques de résolution de problèmes. On peut donc se demander comment ils font le reste du temps. *« De manière générale, les maîtres savent que les programmes indiquent que « la résolution de problèmes est au centre des activités mathématiques. Lorsqu'il y a activité spécifique, 40 % des maîtres effectuent une séance par semaine, 36 % deux séances, les autres (24 %) étant au-delà et allant jusqu'à déclarer que tout est problème (ce n'est donc plus un temps spécifique !) ».*

De plus, le rapport indique que la catégorie des problèmes pour chercher pose problème aux maîtres à la fois dans sa conception et dans sa réalisation. *« Les observations montrent que des difficultés réelles existent pour la mise en œuvre des propositions ministérielles. »* alors que les documents officiels, notamment les accompagnements des programmes, donnent des indications précises. *« La catégorie « problèmes pour chercher » ne se révèle pas des plus pertinentes pour deux raisons : d'une part, elle laisse penser qu'il pourrait exister des problèmes sans recherche, d'autre part, elle peut conduire à des recherches floues ».*

Enfin le rapport pointe des sources de difficultés :

1- Sur la gestion de classe : *« Des maîtres éprouvent de réelles difficultés à faire vivre certaines situations proposées : la mise en route de l'activité se révèle quelquefois délicate, les modalités de la recherche (travail par groupes, travail individuel) ne sont pas toujours adaptées, la formulation de la question posée n'est pas forcément assez précise et la régulation du travail (nature de l'intervention du maître) est parfois déficiente. »*
2- Sur la prise en compte des procédures des élèves : *« Enfin, la terminologie « procédures personnelles », « procédures expertes » introduite récemment dans le vocabulaire didactique de l'école n'est pas toujours bien comprise. La résolution d'un problème peut être immédiate pour certains élèves qui « voient » immédiatement la solution et mettent en œuvre une procédure « experte » car faisant appel à la puissance de l'outil adapté. »*
3- Sur l'articulation activité d'introduction/de réinvestissement : *« Il apparaît que l'équilibre entre ces activités de construction et les exercices d'entraînement ne se trouve pas aisément ; dans bon nombre de cas, l'investissement pour construire les notions paraît bien long et se fait au détriment du fonctionnement des notions. »*
4- Sur une trop grande difficulté, notamment pour les élèves en difficulté : *« La catégorie des exercices les plus simples nous semble trop négligée en particulier pour les élèves les plus faibles. Là aussi, la différenciation pédagogique devrait permettre les adaptations nécessaires. Les élèves sont souvent débordés, perdus devant des situations trop larges. »*
5- Sur la gestion de classe nécessitant des gestes professionnels difficiles comme la gestion du travail de groupe, des erreurs des élèves, de la prise en compte des connaissances antérieures des élèves et sur la gestion des synthèses. *« Le guidage, le pilotage des séances de recherche appellent donc une compétence pédagogique de haut niveau et une maîtrise disciplinaire et didactique confirmée pour être productive. »*

4.5 Conclusion

Nous avons voulu montrer, à travers l'étude des deux exemples d'outils pour les maîtres assez caractéristiques, car ils ont été largement diffusés à la fois dans les classes et surtout en formation, comment le discours produit à partir des théories de l'apprentissage sur la mise en activité des élèves, sur l'alternance de moments de recherche et de synthèse ne peut être mis en œuvre dans les classes de façon optimale que si le rôle du maître change, ce qui suppose des gestes professionnels différents qui doivent être appris en formation et qui ne peuvent pas résulter de l'habitude ou de l'intuition. Ainsi il ne s'agit pas seulement, en formation, de donner « les bons problèmes », il faut aussi apprendre à les faire vivre dans la classe. La gestion de la classe est alors déterminante dans la mise en œuvre de telles situations (ce dont les auteurs que nous avons cités étaient certainement conscients). Enfin, il nous semble qu'actuellement, il reste au moins deux questions fondamentales à prendre en compte, notamment en formation :

- celle de l'enchaînement et de l'articulation des différents moments didactiques dans la vie ordinaire des classes ;
- celle du statut des problèmes de recherche (ou pour chercher) qui semble assez flou et insuffisamment lié à une progression sur les savoirs enseignés.

5 QUEL AVENIR POUR LES PROBLÈMES ?

Pour terminer, nous allons maintenir revenir sur la fonction de la résolution de problèmes dans les apprentissages. Cette question avait déjà été posée par Julo (Julo 2000) au colloque de la COPIRELEM de Chamonix. Notons que le titre de son article était : « Apprendre par la résolution de problèmes : Pourquoi ? Comment ? Quand ? ». Reprenons cette citation qui résume bien la question.

« Ce ne serait pas directement les activités ou les situations problèmes qui seraient en cause mais plutôt la suite, c'est-à-dire le processus par lequel on permet à des connaissances de se mettre en place à partir d'une activité de résolution de problèmes ; il faut bien reconnaître qu'on ne dispose toujours d'aucune théorie de l'apprentissage par la résolution de problèmes et qu'on n'en voit même aucune pointer à l'horizon. »

Donc, si à la suite aux travaux de Bachelard, Piaget et Vygotski, nous sommes tous d'accord pour dire que la résolution de problèmes est le moteur des apprentissages, nous n'avons pas encore résolu la question de savoir comment se fait cet apprentissage et sur quels objets il porte vraiment. Avant de poursuivre, rappelons que le terme problème vient de *Problema,* ce qui est jeté là devant, ce qui est saillant, ce qui empêche d'avancer. Donc un problème est bien ce qui pose problème et pour lequel il faut trouver une méthode qui permet de dépasser « ce qui empêche d'avancer ».

Pour nous éclairer sur cette question, nous allons faire appel à un texte du philosophe Michel Fabre (Fabre 2009) dans un article sur la problématisation. Nous ne reprendrons pas tout l'article mais seulement le point de vue de trois auteurs sur les problèmes et la problématisation (Dewey, Bachelard et Deleuze). La question posée par Fabre est semblable à celle de Julo « Comment doit-on envisager le rapport entre savoir, apprentissage et problème ? ».

Une première piste est proposée par Dewey et le personnage conceptuel de l'enquêteur. Le paradigme sous-jacent est celui de la vie comme adaptation : pour lui apprendre renvoie à *« relier les éléments épars d'une situation, augmenter, unifier en un tout cohérent. Le problème, chez Dewey, désigne une rupture dans la continuité d'expériences, ou encore un déséquilibre entre le sujet et son milieu. Et L'Enquête, comme concept spécifique de la problématisation, est une opération visant à rétablir l'équilibre perdu.».*

Ainsi, précise Fabre, chez Dewey, la pédagogie du problème devient une pédagogie du projet.

Chez Bachelard, le paradigme sous-jacent est la rupture par la remise en cause, la notion d'obstacle. Ainsi, on revisite sans cesse les choses pour retrouver un équilibre supérieur. La problématisation est avant tout critique. Apprendre, c'est remettre en cause. En revanche, Bachelard ne reprend pas la notion d'adaptation puisque pour lui, tout est construit avec des ruptures. « *Mais rupture n'est pas coupure. Pour s'effectuer, la problématisation exige de travailler sans cesse le passé de la pensée : les représentations, les préjugés, le savoir mort.* » (Fabre 2009).

Enfin, chez Deleuze, le paradigme sous jacent est la déconstruction. Comme chez Bachelard, le problème est un construit. Mais il va beaucoup plus loin car il remet en cause l'école qui donne « les bons problèmes ». Pour lui, problématiser c'est retrouver le problème. « *Cette déconstruction constitue une puissante critique de la raison pédagogique dans la mesure où l'école traditionnelle apparaît comme la matrice d'une image dogmatique de la pensée privilégiant les réponses sur les questions et ignorant le domaine du sens.* » (Fabre 2009).

Ce très rapide tour d'horizon nous ouvre quelques voies nouvelles sur les problèmes. Ces trois positions sont différentes et montrent des liens différents, eux aussi, entre les apprentissages et les problèmes.
Par exemple, reprenons l'agrandissement du puzzle de Brousseau. Au début, c'est le maître qui donne le problème : agrandir ce puzzle de façon à ce que 4 cm devienne 7 cm. Tout d'abord, il peut ne pas y avoir de problème pour l'élève qui considère que c'est une tâche qu'il sait faire (y compris en ajoutant 3 cm). Le véritable problème commence quand les élèves tentent de reconstituer le puzzle et que les pièces construites ne s'assemblent pas. A ce moment-là, les élèves ont envie de comprendre et d'expliquer pourquoi ce qu'ils avaient prévu ne fonctionne pas : c'est là que se situe la dévolution, le problème créé par le maître devient bien le problème de l'élève. On constate que ce dernier remet d'abord en cause ce qu'il a fait (mesures ou calculs) et plus tardivement, sa stratégie. On est là dans la remise en cause suivant Bachelard. Et on suppose donc que les élèves vont apprendre de cette rupture : par exemple, qu'agrandir en mathématiques ce n'est pas ajouter, et aussi comment agrandir.

Si l'on prend maintenant la course à 20, le problème de l'élève est de trouver une stratégie qui permette de gagner à tous les coups. Ici il n'y a pas forcément de rupture (il peut y en avoir si l'élève pense, par exemple, que c'est le premier qui joue qui gagne). Il est plus raisonnable de penser qu'il s'agit plutôt d'élargir l'état de ses connaissances pour trouver une méthode qui permette de gagner mais aussi de gagner du temps en étant capable de prévoir les étapes par lesquelles il faut passer pour gagner. D'ailleurs, quand on joue en classe, il faut souvent changer la valeur des variables pour faire évoluer les procédures et aller vers une procédure experte. Il nous semble que ce problème est beaucoup plus caractéristique de la position de Dewey que de Bachelard. Les élèves ont alors rencontré une situation qui peut être modélisée par une division euclidienne. Mais là, c'est le maître qui introduira alors cette notion.

Enfin, si nous essayons de trouver une situation de classe qui pourrait illustrer la position de Deleuze, il faut peut-être aller chercher du côté des démarches d'investigation ou des démarches scientifiques dans lesquelles le problème est à construire.

En conclusion de cette partie, retenons cette phrase de Fabre, (Fabre 2009) qui résume : « *Entre le problème comme relation sujet/tâche et la problématisation comme structure objective, il y a LE problématique comme modalité de sens.* ».

6 CONCLUSIONS

Nous avons fait un tour d'horizon des problèmes dans les curricula et de la résolution de problèmes dans l'enseignement primaire depuis 1945. Si les programmes n'ont pas beaucoup évolué entre 1945 et 1970, il y a eu depuis, un certain nombre de changements, à la fois sur la place et la fonction de la résolution de problèmes par rapport aux apprentissages et sur les classifications successives des problèmes. Il nous a semblé intéressant de soulever la question des glissements de sens entre résultats de recherche et généralisation à l'enseignement sur ce thème de la résolution de problèmes.

Si le discours institutionnel a profondément évolué, les pratiques, elles, ont du mal à se transformer car mettre en place des situations de recherche de problèmes dans la classe suppose des compétences de gestion de classe qui ne peuvent se révéler qu'avec une solide formation. Il faudrait donc continuer à faire évoluer le rapport personnel et médiatif des professeurs et des formateurs (en IUFM, sur le terrain) aux problèmes.

Une autre piste de recherche et de formation concerne la construction de liens pour aller du problème isolé aux problèmes reliés et pour resituer la recherche de problèmes et l'institutionnalisation des savoirs. En d'autres termes, il faut passer des problèmes isolés à des organisations mathématiques les intégrant, ce qui suppose aussi de varier les outils de construction des problèmes : variables, sauts informationnels.

Mais tout ceci ne sera possible que si la formation des maîtres est préservée et outillée par la recherche en éducation.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARSAC G., GERMAIN G. & MANTE M. (1988). *Problème ouvert et situation-problème.* Lyon : IREM de Lyon.

ARTIGUE M. & HOUDEMENT C. (2007). Problem solving in France : didactic and curricular perspectives. *ZDM Mathematics Education* **39.** p. 368-382.

BESSOT A., CHEVROT C., EBERHARD M. (1985). Arithmétique en CE1 à partir d'une situation problème. Les aimants. *Grand N* **37**.

BOSCH M. & GASCÓN J. (2004). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. In Mercier A. & Margolinas C. (eds) *Balises pour la didactique des mathématiques*. Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 107-122.

BOSCH M. FONSECA C., GASCÓN J. (2004). Incompletud de las organizaciones matemáticas locales en las institutiones escolares. *Recherches en Didactique des mathématiques* **24/2.3**. p. 205-250

BROUSSEAU G. (1981). Problèmes de didactique de décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques* **2.1**. Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 37-127

BROUSSEAU G. (1998) *Théorie des Situations Didactiques* (1970-1990). Grenoble. La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique. Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des mathématiques.* **12/1.** Grenoble. La Pensée Sauvage. P. 73-112.

CHEVALLARD Y. (2007). Passé et présent de la Théorie Anthropologique du Didactique. In Ruiz-Higueras, Estepa & Garcia (eds) *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la TAD*. Universidad de Jaén. p. 705-747.

COPPÉ S., HOUDEMENT C. (2001). Réflexion sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire. *Grand N* **69**. p. 53-62.

COPIRELEM (1987). *Situations problèmes*. Publication de l'APMEP n° 64 (*Elem math* IX)

COPIRELEM (2003). *Concertum. Dix ans de formation de professeurs des écoles en mathématiques.* Paris : Editions ARPEME. Contact www.arpeme.com

DOUADY R. (1984). *Enyclopédie Universalis* Article Mathématiques (Didactique des)

DOUADY R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*. **7/2**, Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 5-31.

DOUADY R. (1994). Ingénierie didactique et évolution du rapport au savoir. *Repères –IREM* **15**.

ERMEL (1977 à 1982). *Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire (CP au CM2).* Paris : Hatier.

ERMEL (1991 à 1999). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes (CP au CM2).* Paris : Hatier.

FAVRE M. (2009). Qu'est-ce que problématiser ? Genèse d'un paradigme. Recherche en éducation n° 6. La part du problème à l'école. Nantes : CREN : http://www.cren-nantes.net.

GALISSON M.P. (à paraître). Quelques étapes dans l'évolution du rôle du problème dans l'enseignement des mathématiques à l'école primaire en France. *Espace mathématique francophone.* Dakar mai 2009.

GLAESER G. (1976). *Le livre du problème. Pédagogie de l'exercice et du problème*. Paris : Editions CEDIC (seconde édition).

HOUDEMENT C. (2003). La résolution de problèmes en question. *Grand N* **71**. p. 7-23.

HOUDEMENT C. (2008). Une place pour les problèmes pour chercher. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* **14**. p. 31-60.

JULO J. (2000). Aider à résoudre des problèmes. Pourquoi ? Comment ? Quand ? *Actes du XVII*ème *colloque COPIRELEM*. Chamonix.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION (1978). *Contenus de Formation à l'école élémentaire : cycle élémentaire*. CNDP.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION (1980). *Contenus de Formation à l'école élémentaire : cycle moyen.* CNDP.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE (1985). *École élémentaire. Programmes et Instructions*. CNDP Livre de Poche.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS (1991). *Les cycles à l'école primaire*. Paris : Hachette et CNDP.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE (1995). *Les programmes à l'école primaire*. Paris : Hachette et CNDP.

MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'EDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE (2002a). *Programmes du primaire* (2002).

MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'EDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE (2002 b). *Documents d'application des programmes. Mathématiques. Cycle 2* (37 pages), *Cycle 3* (47 pages). Paris : Scéren.CNDP.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE (2005). *Documents d'accompagnement des programmes. Mathématiques*. (96 pages). Paris : Scéren.CNDP.

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE (2006). *L'enseignement des mathématiques au cycle 3 de l'école primaire.* Rapport à monsieur le ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. En ligne sur www.education.gouv.fr/cid4172/l-enseignement-des-mathematiques-au-cycle-3-de-l-ecole-primaire.html

MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE (2007) *Programmes du secondaire (2002)*. En ligne sur http://eduscol.education.fr/D0015/LLPHPR01.htm

MERCIER A. (2008). Une question curriculaire de l'enseignement élémentaire des mathématiques : la « résolution de problèmes ». In *Actes du séminaire : L'enseignement des mathématiques à l'école primaire* (nov.2007). p. 93-107.

PERRIN-GLORIAN M.J. (1994). Théorie des Situations Didactiques : naissance, développement, perspectives. In Artigue & al. (eds) *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 97-147.

PERRIN-GLORIAN M.J. & HERSANT M. (2003). Milieu et contrat didactique. Outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en Didactique des Mathématiques* **23/2**, Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 217-276.

PROST A. (1997). *Éducation, société et politiques*. Points Histoire. Le Seuil. (1ère édition 1992).

Réformes en ligne (consulté 07_05_09) *La Documentation Française*

http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/college-unique/reformes.shtml#1963

ROBERT A. (2000). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en Didactique des Mathématiques.* **18/2**, Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 139-190.

SARRAZY B. (1997). Sens et situations : une mise en question de l'enseignement des stratégies méta-cognitives en mathématiques. *Recherches en Didactique des mathématiques* **17/2.** Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 135-166.

SARRAZY B. (2008). De quelques effets de contrats et du rôle des situations didactiques dans la résolution des problèmes d'arithmétique au cycle 3. *Actes du séminaire : L'enseignement des mathématiques à l'école primaire* (nov.2007). p. 61-81.

SIERPINSKI A. (2006). Entre l'idéal et la réalité de l'enseignement mathématique. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* **11**. p. 5-40.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques.* **10/2.3**, Grenoble. La Pensée Sauvage. p. 133-170.

	Fonction déclarée dominante	Langage des programmes	Place dans la progression	Peut-on inférer une bonne forme ?
1945	* préparer à la vie courante * motiver l'enseignement des math en montrant leur utilité	**problèmes**	en fin de progression	problème *numérique* avec énoncé écrit, à une ou plusieurs opérations, contexte réel toutes les informations sont données
1970	* apprendre à raisonner, * comprendre les math	**situations** (problèmes)	* au début : introduire les notions nouvelles * en cours : appliquer	action « *de déduire des renseignements non explicités initialement* » à partir d'informations connues sur la situation. → toutes les informations sont données → pas seulement énoncé écrit, mais schéma…
1977 à 1980	* utile pour le citoyen en devenir * explosion du sens classique de problème de math, sort des math ?? * plus seulement numérique	**situation-problème**	* approcher * réinvestir * imaginer et raisonner	entre situation de la TSD et situation fonctionnelle (ex : organiser voyage scolaire) ; plus seulement numérique → toutes les informations ne sont pas toujours données → supports divers : document pub, texte, oral, image *le raisonnement se détache des problèmes classiques* !!
1985 - 1991 - 1995	constitutifs des mathématiques : notions découvertes comme réponses à des problèmes	**problèmes** dont « véritables problèmes de recherche »	* au début : pour introduire * en cours : pour réinvestir * en fin : complexes, pour chercher	problèmes sur tout thème : numérique, géométrique, grandeurs et avec tout contexte (intra-math ou domaine d'expérience) → idée d'aides méthodologiques générales *le « chercher » sort de problèmes classiques*
2002	problème = source et moteur des apprentissages math. Notions introduites comme réponses à des problèmes, puis étudiées pour être réutilisées dans des problèmes	**problèmes** à fonctions différentes, dont apprendre à chercher, mais aussi entraîner	* au début : pour introduire * en cours : pour appliquer et réinvestir * en fin : complexes * autres : pour travailler une attitude	pour tout thème mathématique, dans tout contexte (intra ou extra mathématique) → compétences d'adaptabilité pour la résolution de problèmes type
2008	peu explicité	**problèmes**	pas clair si premières rencontres (division cycle 2 ; organisation données cycle 3) ou travail de la technique (consolider, mobiliser)	problèmes * liés à la vie courante * concrets * tirés d'autres enseignements (on dira scolaires) * de reproduction construction

ATELIERS

Atelier A1

COMMENT FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DU RAISONNEMENT STATISTIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE ?

Alain Kuzniak
PU, IUFM Orléans-Tours, Laboratoire de Didactique André Revuz
kuzniak@math.jussieu.fr

Catherine Taveau
IUFM de Paris, IREM Paris 7

Résumé
Cet article est le compte rendu d'un atelier qui s'est déroulé lors du colloque COPIRELEM d'AUCH en juin 2009.
L'atelier proposé vise à réfléchir sur ce que pourrait être un enseignement favorisant le développement du raisonnement statistique chez les élèves. Cette réflexion est menée d'une part en comparant les standards nationaux américains (NCTM) et les programmes français, et d'autre part en analysant deux activités à mener en formation.
L'éducation statistique du citoyen est de plus en plus une priorité des systèmes d'enseignement des pays développés. Dans de nombreux pays, un enseignement des statistiques est proposé aux élèves de l'école primaire. En France, cet enseignement est encore balbutiant et mal défini.

Exploitations possibles
Cet article permet aux formateurs et aux enseignants du premier et de collège de poursuivre leur réflexion sur l'enseignement des statistiques. Les documents fournis permettent de comparer les orientations de l'enseignement des statistiques en France et dans d'autres pays notamment anglo-saxons.
Un logiciel est présenté, il effectue tous les calculs et permet ainsi de s'attarder sur la résolution de problèmes en utilisant les outils des statistiques.
Une situation, celle des smarties, peut être menée avec de futurs enseignants du premier et du second degré.

Mots clés
Enseignement des statistiques, école élémentaire, programmes, logiciel Tinkerplot

Atelier A2

TRANSPOSER EN FORMATION DES RÉSULTATS DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA NUMÉRATION DE POSITION AU COURS ÉLÉMENTAIRE.

Christine Chambris,
IUFM de l'académie de Versailles, Université de Cergy-Pontoise
Laboratoire de didactique André Revuz
cchambris@free.fr

Résumé
L'atelier s'est donné comme objectifs principaux de diffuser les résultats d'une recherche auprès des formateurs et de réfléchir à la pertinence de leur utilisation dans la formation des enseignants.
Dans un premier temps, en utilisant les résultats issus de la recherche, l'article rappelle le rôle de la « numération en unités » dans l'étude de la numération décimale de position : stable avant la réforme des années 70, quasi inexistant dans les années 70-80 avec un retour progressif mais partiel jusqu'à nos jours.
Pour montrer la place actuelle de la « numération en unités », l'auteure s'appuie sur l'étude de deux extraits de manuels scolaires de CE2 (« Le Nouvel Objectif Calcul » de 95 et « Le Cap Math » de 2007) : dans ces deux ouvrages, la place de la « numération en unités » est minimisée par rapport à l'utilisation des écritures chiffrées des puissances de dix qui en quelque sorte la remplace.
L'auteure montre également que dans les ouvrages récents, la « relation entre les unités » est peu présente et en particulier que les tâches de conversion ont pratiquement disparues pour être remplacées par celles de type « nombre de, chiffre des » de plus en plus diversifiées.
Dans un second temps, l'article aborde les problèmes de la formation, de façon beaucoup plus empirique.
Il énumère les tâches proposées aux différents publics pour étudier l'utilisation de la « numération en unités » et la compréhension des « relations entre unités ».
Le retour sur une formation continuée montre la difficulté de faire pénétrer la dimension « relation entre unités » dans la pratique des enseignants du fait que celle-ci, difficile, n'est pas forcément nécessaire pour réussir les tâches habituellement proposées.
Les apports des participants à l'atelier sont rapidement évoqués pour souligner l'intérêt, porté par certains, à l'aspect « échanges » à travers la monnaie. L'auteure tient à préciser que la dialectique « groupement/échange » ne date que de la réforme et permettait alors d'accompagner les manipulations des différents matériels introduits.

Exploitation possible
L'article donne quelques pistes pour agir en formation afin d'améliorer la compréhension de notre numération décimale tout en soulignant la difficulté de la tâche dans le cadre d'une formation trop courte, ne pouvant s'appuyer sur aucun document institutionnel

Mots-clefs :
Numération entière, numération en unités, théorie anthropologique, situations de formation.

Atelier A3

L'APPRENTISSAGE DE LA GÉOMÉTRIE À L'ÉCOLE PRIMAIRE : ANALYSE D'UNE PROGRESSION CENTRÉE SUR LES PROBLÈMES SPATIO-GÉOMÉTRIQUES ET LEURS REPRÉSENTATIONS

Isabelle Bloch
IUFM d'Aquitaine
isabelle.bloch@aquitaine.iufm.fr

Charlotte Osel
Laboratoire DAESL
cosel@hotmail.fr

Résumé
Au cours de cet atelier, les auteurs ont d'abord exposé leur cadre théorique de recherche afin de présenter aux participants leurs différents questionnements. De nombreux travaux ont interrogé le domaine géométrique ou le passage du spatio-graphique au géométrique mais peu ont envisagé l'étude du domaine d'expérience et des situations où pourraient se constituer les références spatiales. Dès lors, l'objet de l'atelier était de sensibiliser les participants aux enjeux de la constitution de ces références. A cette fin, un début de progression expérimentée dans une classe de CM1 a été présenté et les participants à l'atelier ont ensuite eu à travailler sur des enchaînements de situations, dans lesquels ils ont dû mettre en évidence le rôle des représentations (schémas relatifs aux différentes situations sur l'alignement, le cercle,…) et leur progression possible.

Exploitations possibles
L'intérêt d'un tel article est de fournir aux formateurs des éléments de questionnement sur les programmes d'une part et sur les choix des situations à proposer aux élèves d'autre part. Les pistes envisagées mobilisent des cadres théoriques et des résultats de recherche également présentés dans cet article qui apportent un éclairage global sur le thème retenu : les problèmes spatio-géométriques et leurs représentations.
Il permet d'approfondir la réflexion sur les enjeux de la géométrie à l'école élémentaire et sur le statut des schémas en lien avec la définition du milieu et la constitution d'un répertoire de représentation.

Mots-clés
Géométrie, domaine d'expérience de l'espace, références spatiales, représentations.

Atelier A5

FORMATION CONTINUE EN GÉOMETRIE AU CYCLE 3 : UNE ENTRÉE PAR LES PROBLÈMES. PRÉSENTATION DU TRAVAIL DU GROUPE IREM ÉCOLE-COLLÈGE DE LYON.

Annette Braconne-Michoux
Formatrice IUFM Lyon, site de Saint Etienne, Université Lyon 1
Groupe école collège IREM de Lyon
annette.braconne-michoux@iufm.univ-lyon1.fr

Hélène Zucchetta
Formatrice IUFM Lyon, site du Rhône, Université Lyon 1
Groupe école collège IREM de Lyon
h.zucchetta@free.fr

Résumé
Le groupe IREM de Lyon présente un atelier proposant des activités géométriques à analyser afin de les adapter pour la formation continue et pour des élèves en classe de cycle 3 – 6ème. Il s'agit de problèmes de reproduction de figures géométriques complexes. Pour chacune des figures (présentées en annexe) une analyse de la figure et des variables didactiques de la situation sont exposées. Une des figures est ensuite utilisée pour exemplifier certains points théoriques de Duval et Godin concernant les différentes appréhensions d'une figure (perceptive, séquentielle, opératoire et discursive) et la décomposition d'une figure complexe en unités figurales élémentaires.
Suit une rapide présentation des travaux du groupe puis un scénario de stage de formation est développé de manière détaillée. Dans un premier temps des problèmes de description de figures sont proposés avec pour objectifs ::1-décrire pour reconnaître (jeu du portrait), 2-décrire pour faire. Dans un second temps, des problèmes de reproduction sont à résoudre.
Une synthèse des différents types de problèmes géométriques est proposée (en annexe).
Une mise au point sur l'institutionnalisation, conceptuelle et méthodologique, nécessaire pour conclure ces activités clôt cette présentation.

Exploitations possibles
Scénario de formation continue en géométrie.
Activités de résolution de problèmes géométriques en classe (cycle 3, 6ème).

Mots-clés
Scénario de formation continue, homologie et conditions de transfert en classe, géométrie cycle 3, résolution de problèmes, analyse et reproduction de figures, description, variables didactiques.

Atelier A6

MODÉLISATION ET ÉCRITS RÉFLEXIFS : DES OUTILS POUR APPRENDRE ? RÉFLEXIONS À PARTIR D'UNE EXPÉRIMENTATION EN CM2

Jean-Claude Rauscher
MCF, ER de l'IUFM d'Alsace, IREM de Strasbourg et ACODIS
jc.rauscher@wanadoo.fr

Robert Adjiage
MCF, IUFM-UDS, LISEC EA 2310 (ACODIS)

Tatiana Beliaeva
MCF, IUFM-UDS, IRMA-UMR 7501 et ACODIS

Résumé
Cet article présente et analyse une ingénierie didactique mise à l'épreuve dans un CM2 de ZEP de la banlieue strasbourgeoise. Cette ingénierie porte sur une tâche de modélisation étayée par la production et l'utilisation par les élèves d'écrits réflexifs. Les auteurs font l'hypothèse que la notion de modèle et de modélisation est didactiquement pertinente à ce stade de la scolarité et argumentent celle-ci de façon très claire dans cette contribution.
Ils nous prouvent que ce type d'activité n'est pas une modélisation « au rabais » et qu'une séquence de modélisation a des effets spécifiques et repérables sur la construction, la déconstruction et la réorganisation de savoirs mathématiques des élèves.
Les travaux menés dans l'atelier ont, d'une part, porté sur l'analyse a priori du problème proposé aux élèves et de ses potentialités, et, d'autre part, sur l'analyse de progressions d'élèves observées dans le cadre de l'expérimentation à partir de leurs écrits.

Ce type de situations novatrices dans l'enseignement à l'école primaire, où la place de l'approximation est importante, peut déstabiliser un certain nombre d'enseignants comme de formateurs. Les auteurs nous proposent donc de réfléchir au potentiel et aux limites de ce type de situations.

Exploitations possibles
Scénario d'enseignement transférable directement en classe de cycle 3 et du début de collège.
Situation possible en formation d'enseignants pour aborder l'intérêt d'activités de modélisation à l'école primaire.
Productions d'élèves à analyser en lien avec la situation.

Mots-clés
Problème ouvert, modélisation, écrits réflexifs, proportionnalité.

Atelier B1

PLACE DES REPRODUCTIONS ET DES CONSTRUCTIONS DANS LES APPRENTISSAGES GÉOMÉTRIQUES.

Annie NOIRFALISE
IREM de Clermont Ferrand
annie.noirfalise@free.fr

Yves MATHERON
UMR-P3- ADEF, INRP, Aix-Marseille Université
yves.matheron@inrp.fr

Résumé
L'atelier s'attache à faire analyser des pratiques géométriques de l'école primaire en utilisant la notion d'organisation praxéologique (tâche, technique, technologie, théorie) issue de la théorie anthropologique du didactique (élaborée par Yves Chevallard).
Après une analyse collective d'exemples, des activités de reproduction de figures, de construction et de reconnaissance de figures sont proposées aux participants. Pour chaque activité, il est demandé de mettre en évidence les techniques que les élèves peuvent mettre en œuvre pour accomplir la tâche demandée, d'identifier les éléments technologiques et théoriques qui justifient ces techniques et de repérer les implicites utilisés.
Seul le travail des participants sur les deux premières activités de reproduction de figures donne lieu à un compte-rendu.
Pour les activités de construction et de reconnaissance de figures, les auteurs fournissent leurs propres commentaires. Les énoncés des activités soumises aux participants sont fournis.

Exploitations possibles
En formation initiale des maîtres ou en formation de formateurs, document initiant à l'analyse de tâches géométriques selon le modèle de l'organisation praxéologique, pouvant être croisée avec d'autres approches intégrant le développement de l'enfant et les étapes successives dans la pratique de la géométrie.

Mots-clés
Espace sensible, modèle, monde géométrique, technique.

Atelier B2

SITUATIONS ET ASSORTIMENTS D'EXERCICES POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AUX ÉLÈVES DE 5ÈME ET 6ÈME SEGPA

Marie-Hélène SALIN
Université Bordeaux 2 LACES Equipe DAESL
mh.salinfr.fr

Résumé
Après avoir rappelé les conditions spécifiques de l'enseignement en SEPGA, des élèves en difficulté pour lesquels des maîtres du premier degré doivent viser les finalités de l'enseignement en collège, et fait le constat, appuyé sur un exemple parlant relatif aux décimaux dans un situation de mesurage, que ce contexte conduisait à des apprentissages formels de techniques qui ne font pas sens, l'auteure pose sa problématique : comment travailler un domaine des mathématiques qui a déjà été enseigné avec le double objectif de donner du sens au concept et guider les élèves vers une maîtrise d'outils décontextualisés.
Elle pose alors quelques principes, issus de la théorie des situations didactiques, pour un enseignement des mathématiques en SEGPA et les décline ensuite, toujours en prenant pour exemple les décimaux.
Le milieu choisi pour leur introduction, est l'expression d'une mesure comme somme d'un entier et d'une fraction décimale inférieure à 1. Les exemples proposés de situations à dimension adidactique, de « prévision » ou « retournées », contraignent l'élève à mettre en relation le milieu et le résultat d'actions opérant sur celui-ci.
La construction de situations « intermédiaires » occupe le cœur de l'article en développant la notion d'assortiment d'exercices, modélisation des séries d'exercices. Plusieurs types sont distingués, ceux pour apprendre du nouveau, dont les caractéristiques sont précisées, pour l'entrainement du « déjà appris », pour l'évaluation.
Les productions réalisées par les différents groupes lors de l'atelier à partir de la consigne « comment retravailler les connaissances rencontrées dans la leçon sans introduire de franchement nouveau et sans être répétitif ? » sont restitués.
En conclusion des observations pointant les apports de cette approche et une esquisse de progression sur les deux années de 6ème et 5ème SEGPA.

Exploitations possibles
L'article fournit une bonne base pour élaborer des modules de formation
- en direction des maîtres option F du capa-sh en transposant à d'autres thématiques le travail réalisé ici à partir de la notion d'assortiment d'exercice
- plus largement, pour tous les enseignants, en formation initiale comme en formation continue, avec pour objectif la construction d'outils de rémédiation visant la réussite de tous les élèves.

Mots-clés
SEGPA, fractions et décimaux, formation d'enseignants, assortiments d'exercices, théorie des situations didactiques.

Atelier B3

L'ANALYSE A PRIORI : UN OUTIL POUR LA FORMATION D'ENSEIGNANTS (EXEMPLE D'UN JEU ISSU DES MANUELS SUISSES ROMANDS DE PREMIÈRE ANNÉE PRIMAIRE).

Jean-Luc DORIER
Faculté de Psychologie et de Sciences de l'Education
Université de Genève
Equipe DiMaGe
Jean-Luc.Dorier@unige.ch

Résumé
Le but de cet atelier est de montrer comment l'outil de l'analyse a priori tel qu'il a été développé par G. Brousseau (1998) dans la Théorie des Situations peut être utilisé en formation d'enseignants.
Après avoir rapidement présenté l'analyse a priori, l'auteur en développe l'intérêt en tant qu'aide à une prise de recul pour aborder des situations de classe. Ses propos sont ensuite illustrés par l'analyse d'une activité, le « dé basculé » proposée aux enfants de la Suisse Romande en première année primaire. Six variables didactiques sont dégagées et interrogées en regard des procédures et stratégies possibles, qui conduisent à identifier des conditions favorables de mise œuvre. La mise à jour de ces variables permet également à l'auteur de situer l'activité dans un ensemble plus large d'activités possibles.

Exploitation possible
Les outils présentés ici peuvent être exploités en formation initiale et continue des professeurs des écoles, notamment lors de la préparation de séances ou lors de l'analyse de pratique.

Mots clés
Formation initiale et continue, théorie des situations, analyse a priori, variables didactiques, procédures d'élèves, jeu, stratégie, compléments à 20.

Atelier B4

ENSEIGNER LE ZÉRO : OÙ EST LE PROBLÈME ?

Serge PETIT,
Formateur en mathématiques
Université de Strasbourg, IUFM d'Alsace, EA 1339
serge.petit@unistra.fr

Annie CAMENISCH
Maitre de Conférences en Sciences du langage
Université de Strasbourg, IUFM d'Alsace, EA 1339
annie.camenisch@unistra.fr

Résumé
Cet atelier porte sur l'enseignement du nombre *zéro* à l'école primaire. Il interroge sur les liens éventuellement établis entre des usages courants du *zéro* dans la langue et l'enseignement explicite du *zéro* en mathématiques en cours préparatoire. Il s'appuie pour cela notamment sur des manuels de cours préparatoire et des albums à compter.
Le contenu de ce compte-rendu est celui d'un atelier interactif. Il retrace le travail effectué par les stagiaires et pointe certaines interrogations qui ont été soulevées lors de l'atelier.

Exploitations possibles
Ce texte permet en particulier une réflexion sur l'introduction et l'apprentissage du zéro en cycles 1 et 2.

Mots-clés
Zéro, chiffre, nombre, repère, mesure, cardinal, ensemble vide, numération, album à compter, comptine.

Atelier B5

UN MÊME PROBLÈME, UNE DIVERSITÉ DE PROCÉDURES DE RÉSOLUTION : COMMENT LES ANALYSER ?

Lucia Grugnetti
Unité de recherche en didactique des mathématiques,
Université de Parma (Italie)
lucia.grugnetti@unipr.it

François Jaquet
Ancien chercheur à l'Institut romand de recherche et documentation pédagogique (IRDP, Suisse)
francois.jaquet@aliceadsl.fr

Philippe Skilbecq
Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques,
Nivelles (Belgique)
philippes@crem.be

Résumé
Cet article est le compte-rendu d'un atelier proposé lors du colloque COPIRELEM de Auch en juin 2009. Les auteurs présentent le Rallye Mathématique Transalpin (RMT) qui s'adresse à des classes d'élèves de 8 à 15 ans.
Au-delà de l'organisation elle-même du concours, le RMT est l'occasion d'un travail de nombreuses équipes : en amont pour choisir les problèmes (analyse a priori) et a posteriori à partir des productions des élèves, en particulier sur les différentes procédures suivies.
Un des objectifs est aussi d'insérer ces problèmes dans l'enseignement lui-même. En parallèle, en formation initiale des futurs instituteurs, certains problèmes sont utilisés comme support de travail sur les notions mathématiques en jeu, les procédures, les erreurs, les obstacles, les variables et vers la création de nouveaux problèmes. Plusieurs de ces problèmes sont ensuite présentés et analysés dans ce cadre de formation.

Exploitations possibles
Comme cela est décrit dans cet article, la recherche de problèmes pour un rallye, leur analyse, celle des productions des élèves sont des occasions de formation initiale et continue des enseignants. Les auteurs proposent une séquence de travail avec des futurs professeurs des écoles en précisant les supports et les objectifs

Mots clé
Rallye mathématique, cycle 3, analyse de productions d'élèves, séquence formation initiale, formation continue

Atelier B6

QUESTION D'ENSEIGNANTS, QUESTION D'ENSEIGNEMENT : UN PARTAGE D'EXPÉRIENCE DE FORMATION AVEC DES ENSEIGNANTS DE COURS PREPARATOIRE RELATIVEMENT À LA CONSTRUCTION DE LA NUMÉRATION

Joël BRIAND
IUFM d'Aquitaine
Laboratoire DAESL, Bordeaux 2
briandjoel@free.fr

Résumé
Cet atelier a pour origine une demande faite par des enseignants de la circonscription près de Bordeaux concernant la réalisation d'une évaluation « sans brouillage par le dire ou l'écrit » des acquis en numération au CP (au mois de Mars). En première partie, les participants à l'atelier sont invités à réfléchir, par groupe, à la conception d'une telle évaluation diagnostique. La seconde partie de l'atelier rend compte de l'évaluation diagnostique construite alors avec les enseignants de la circonscription, évaluation fondée sur une situation d'action (dans un milieu différent des contraintes habituelles de l'écrit et du discours) mise en œuvre et suivie d'un travail de soutien sur 2 mois.
Les discussions qui ont suivi chacune des présentations des 7 groupes ont permis d'évoquer certains aspects d'une situation dite de diagnostique comme par exemple : « s'il s'agit d'une situation diagnostique, on ne devrait pas se préoccuper de la validation », « autour de la disponibilité de connaissances : elles peuvent être là et ne pas être évaluées ».
La vidéo observée ensuite montre une enseignante qui donne à chaque élève une étiquette prise sur le tableau des nombres de la classe. Il va s'agir de constituer, de la façon la plus rapide et la plus fiable possible, une collection de cubes correspondant au nombre proposé. Pour ce faire, deux boîtes sont mises à disposition : une contenant des cubes « isolés », en vrac, une autre dans laquelle les cubes sont emboîtés par paquets de dix. Le groupe a observé les démarches de 6 élèves.
La discussion qui a suivi a eu pour objet : comment faire évoluer cette situation d'évaluation vers une situation de remédiation-consolidation.

Exploitations possibles
En formation initiale comme en formation continue, la question de l'évaluation est abordée. Les évaluations traditionnelles évaluent des savoirs. Or les enseignants ont besoin d'évaluations qui mesurent la progression des connaissances génératrices de savoirs. Pouvoir observer des gestes dans une situation d'action contribue à l'observation de ces connaissances.

Mots-clés
Évaluation, observation, situation d'action, connaissance, savoir.

Atelier B7

UTILISATION DE L'ATELIER JEUX MATHÉMATIQUES DE L'IREM DE TOULOUSE DANS LES ÉCOLES DE L'ACADÉMIE

Jean Pierre Abadie
IREM de Toulouse,
njpabadie@orange.fr

Nicole Abadie
IREM de Toulouse

Gérard Martin
IREM de Toulouse

Résumé
L'objectif de cet atelier est de présenter les jeux contenus dans une mallette utilisée par l'IREM de Toulouse lors de diverses manifestations dans l'Académie. Les jeux sont regroupés en quatre catégories :
- jeux numériques (figures magiques, …)
- pavages du plan (puzzles, grilles logiques, …)
- remplissage de l'espace (reconstitution de cubes, de pyramides, …)
- casse-tête.

Après un bref historique de la genèse de « l'atelier jeux mathématiques de l'Irem de Toulouse », les auteurs s'attachent à mettre en évidence les conditions d'utilisation de la mallette et à justifier que les activités proposées sont bien des jeux.
Par la suite, quatre jeux sont présentés en détail, chacun appartenant à une des catégories précédemment citées. Le premier consiste à disposer en triangle les nombres de 1 à 6 pour que la somme des valeurs placées sur chacun des côtés soit la même. Le second consiste à placer des pions de deux couleurs sur un quadrillage carré de façon à ce que deux pions d'une même couleur ne soient pas disposés sur une ligne verticale, horizontale ou oblique. Le troisième est un assemblage de billes pour reconstituer une pyramide. Enfin, le quatrième jeu est un casse tête visant à séparer des éléments constitués d'une planchette et d'une cordelette.
Outre la présentation d'un jeu, les auteurs s'attachent à décrire les comportements des enfants lors des animations et engagent quelques pistes de réflexion sur l'aide à apporter aux élèves.

Exploitation possible
Ce texte décrit différents jeux, tous basés sur la manipulation, et a priori à fort potentiel d'apprentissage. Chacun pourra s'en saisir en fonction de ses objectifs et conduire alors des analyses appropriées. Les remarques des auteurs au fil du texte au sujet de ces jeux découlent d'observations faites lors d'animations.

Mots-clefs :
Jeu, calcul mental, alignement, pyramide, casse-tête.

COMMUNICATIONS

Communication C1

UN DISPOSITIF DE FORMATION CONTINUE « HYBRIDE » : LES PARCOURS PAIRFORM@NCE

Teresa Assude, Pierre Eysseric, Jean-Louis Imbert, Marie-Hélène Lallement-Dupouy
Université de Provence (IUFM) & Université du Mirail – Toulouse (IUFM)
t.assude@aix-mrs.iufm.fr

Résumé
Dans cette communication, les auteurs présentent un travail fait dans le cadre d'un dispositif de formation continue « hybride » (en présentiel et à distance) des enseignants (premier et second degré) lancé par la SDTICE (Ministère de l'Education Nationale). Il est décliné en trois temps.
Dans un premier temps, le dispositif « Pairform@nce » est présenté, ainsi que la structure des parcours de formation (www.pairformance.education.fr).
Dans un deuxième temps, les auteurs se placent en tant que concepteurs d'un parcours de formation Pairform@nce concernant le domaine numérique à l'école primaire intitulé : Mathématiques au Primaire : calcul et calculatrices (MPC2). Les principes sous-jacents à cette conception sont explicités et quelques exemples concernant ce parcours sont aussi présentés.
Dans un troisième temps, les auteurs analysent les différentes étapes de conception de ce parcours en mettant l'accent sur le travail collaboratif entre les enseignants, les formateurs et les chercheurs.
Des références bibliographiques conséquentes, en français et en anglais, permettent au lecteur intéressé d'approfondir le thème.

Exploitations possibles
En reprenant les objectifs visés par le parcours MPC2, on peut bâtir une ingénierie de formation ou un scénario de formation initiale ou continuée sur le thème des calculatrices au primaire.

Mots-clés
Parcours de formation Pairform@nce, parcours MPC2, ingénierie de formation autour des calculatrices, potentiel de formation, travail en équipes.

Communication C2

LA QUESTION DU SENS DES MATHÉMATIQUES ILLUSTRÉE PAR UNE ÉTUDE DU PARALLÉLISME ET DE LA PROPORTIONNALITÉ DANS LA COUR DE L'ÉCOLE

Eric Laguerre
Laboratoire de didactique André Revuz
elaguerre@club-internet.fr

Résumé
Cette communication s'appuie sur un travail en cours sur la question du sens qu'une notion ou qu'une activité mathématique peut prendre au sein de l'enseignement primaire. Le cadre théorique est celui de la Didactique des Domaines d'Expérience.
L'auteur décline d'abord les composantes intérieures et extérieures du sens d'une notion.
Ensuite, un exemple de situation en classe de cycle 3 est développé, en plusieurs séances dont le but est de trouver la hauteur d'un arbre de la cour de l'école. Les difficultés des élèves, de représentation, de modélisation, ou liées à la proportionnalité en jeu sont évoquées.

Exploitation possible
Cet article alimente la réflexion sur la contribution des questions sur le réel aux mathématiques et des mathématiques à la modélisation.
Les cadres théoriques présentés apportent de nouvelles perspectives, mais leur utilisation n'est pas ici suffisamment développée.
L'étude des concepts et de la situation proposée demandent à être affinée et mise en lien avec d'autres traitements didactiques (des mathématiques mais aussi des sciences physiques) pour une intégration dans l'enseignement primaire.

Mots clés
Ecole primaire, résolution de problème, proportionnalité, modélisation.

Communication C4

REPRODUCTION ET REPRÉSENTATION AU CYCLE 1

Jean-François GRELIER
IUFM Midi-Pyrénées
jean-francois.grelier@wanadoo.fr

Résumé
À partir d'une analyse des Instructions Officielles pour l'école primaire, cet article propose de se questionner sur l'interprétation possible des activités dites de *représentation* et de *reproduction* dans le domaine de la géométrie.
L'auteur propose différentes définitions de la *représentation* en s'appuyant sur l'évolution des notions de *reproduction* et de *représentation* repérables dans les programmes de 1980 à 2008. Ainsi, il montre toute l'importance des activités de représentation qu'il qualifie de phase centrale des apprentissages.
Puis il propose une organisation possible des apprentissages géométriques pour l'école maternelle, qu'il divise en deux grandes périodes, celle où les élèves reproduisent puis celle où les élèves représentent. Enfin il donne des exemples d'activités qui suivent l'organisation proposée pour les classes de cycle 1.

Exploitations possibles
Analyse des descriptifs des programmes de l'école primaire depuis 1980 concernant les compétences géométriques.
Proposition de progressions pour des activités géométriques à l'école maternelle.
Réflexions sur la signification des verbes *reproduire, construire, représenter* et *décrire* en géométrie.

Mots-clés
Géométrie, reproduction, représentation, maternelle.

Communication C5

TICE ET RECHERCHE : DES PISTES D'ÉCHANGES AVEC L'ASSOCIATION SÉSAMATH

Sébastien HACHE
Fondateur de l'association Sésamath
sebastien.hache@sesamath.net

Résumé
Cette communication présente un état des lieux du développement de Sésamath qui est devenu un média des mathématiques via différents outils (Mathenpoche, Mathematice, Sésaprof, Labomep, ...). De nombreuses questions sont posées sur : la place de ses ressources dans le système éducatif et dans la formation des enseignants, leur utilisation, leur analyse. Il est souligné que l'évolution très rapide de ces ressources en ligne en fait un objet d'étude difficile à saisir pour la recherche en didactique. Cet article présente également des pistes de partenariats (outils pour la recherche, collaborations pour améliorer les contenus, vecteur de diffusion de la recherche).

Exploitations possibles
Ce texte constitue un appel au monde de la recherche afin de développer des collaborations entre les protagonistes de Sésamath et les didacticiens.

Mots-clés
TICE, Sésamath, ressources pédagogiques, partenariat, statistix, Pepite.

Communication D1

DIFFICULTÉS ET RÉUSSITES DES ENSEIGNANTS MEXICAINS DE L'ÉCOLE PRIMAIRE FACE AUX PROGRAMMES À TENDANCE CONSTRUCTIVISTE DE LA DERNIÈRE DÉCENNIE

David Block
Département des Recherches en Education. CINVESTAV Mexico
dblock@cinvestav.mx

Résumé
Depuis 1993, les programmes de l'école primaire mexicaine, s'appuyant sur les recherches en didactique, imposent un enseignement des mathématiques basé sur la résolution de problème. Quinze ans après leur mise en place, l'étude décrite ici cherche à connaître l'appropriation de ces programmes par les enseignants, les difficultés et réussites qu'ils rencontrent dans leur mise en œuvre.
Après une rapide description du contexte de l'enseignement primaire mexicain et de l'approche didactique proposée par les programmes de mathématiques, l'article présente certains des résultats obtenus à partir de l'analyse d'entretiens faits avec des enseignants et de l'observation de séances de classe, et, notamment, certaines conditions nécessaires à une mise en œuvre satisfaisante d'un enseignement basé sur la construction de savoirs par la résolution de problèmes.

Exploitations possibles
Formation initiale et continue des professeurs d'école, recherche sur les pratiques enseignantes.
La similitude des programmes mexicains avec le programme français de 2002 et l'analyse de leur appropriation par les enseignants permettent de mieux comprendre certaines difficultés de l'enseignement des mathématiques en France. La comparaison internationale enrichit les connaissances de tout chercheur et formateur sur les nécessités de formation des enseignants et les possibilités de mise en œuvre de certaines situations dans les classes.

Mots-clés
Pratiques enseignantes, école primaire, résolution de problèmes, constructivisme., programmes de mathématiques, enseignement mexicain.

Communication D3

ALTERNANCE ET FORMATION EN MATHEMATIQUES : DES EXEMPLES EN PE2 ET EN T1

Equipe ERMEL

Henri-Claude Argaud
IUFM Grenoble,site de Valence
Université J. Fourier
henri-claude.argaud@ujf-grenoble.fr

Jacques Douaire
IUFM de Versailles- UCP, LDAR, INRP
jacques.douaire@wanadoo.fr

Marie-Paule Dussuc
IUFM de l'Académie de Lyon ,site de l'Ain,
Université Claude Bernard Lyon 1
mpdussuc@wanadoo.fr

Résumé
A partir de besoins et de difficultés repérés par des formateurs ou exprimés par des maîtres débutants, concernant entre autre la mise en place en classe d'activités de résolution de problème, un accompagnement personnalisé d'une jeune maître est décrit puis analysé. Il s'agit dans un premier temps de travailler en amont des situations de manière à décrire précisément le scénario de la séance dans une fiche de préparation opérationnelle : les actions prévues des participants, les gestes professionnels du maître y sont précisés en insistant sur les écrits à envisager pour la communication du problème, les modalités de conduite et de régulation de la phase collective. Un deuxième temps est consacré à l'analyse d'une vidéo de la même séance effectué par un maître expert pour y repérer des gestes professionnels, des principes d'action transposables.
L'observation et l'analyse accompagnée par les débutants d'un maître « chevronné » , notamment sur la situation qu'ils vont avoir à mener en classe, semble être un élément efficace pour une formation en alternance des jeunes maîtres, en lien avec la classe d'exercice.

Exploitations possibles
Formation des maîtres débutants (après une formation initiale didactique)

Mots-clés :
ERMEL, résolution de problème, gestes professionnels, formation en alternance des maîtres débutants, vidéo-formation, accompagnement par des maîtres experts

Communication D4

INTÉGRATION D'UN LOGICIEL DE GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE DANS LA PRÉPARATION AU CRPE

Floriane Wozniak, René Thomas ,
Mathias Front, Yves Grégor
Université Lyon 1, IUFM de Lyon
floriane.wozniak@univ-lyon1.fr

Résumé
L'équipe MATICE (Mathématiques & TICE) de l'IUFM de Lyon présente une expérience de formation initiale en mathématiques intégrant les TICE, avec des étudiants préparant le CRPE. L'objectif est de favoriser par homologie, l'intégration de logiciels de géométrie dynamique dans les pratiques des futurs enseignants de l'école. Cette pratique s'appuie sur le choix de dispositifs qui permettent aux étudiants d'éprouver des changements épistémologiques dans la géométrie pratiquée induit par les TICE.
Après avoir présenté le dispositif de formation, le choix du logiciel, l'auteur met en perspective, dans deux séances, des types de tâches mathématiques et instrumentales. Ces activités sont décrites comme un moment d'initiation-exploration qui se prolonge dans un entrelacement qui vise la construction des connaissances mathématiques.
Ces éléments sont évalués dans le cadre général de la formation et une enquête permet de situer le rapport personnel que les étudiants ont établi avec l'usage du logiciel en mathématique.
Le bilan général est globalement positif sur la pertinence de cette démarche pour préparer à la fois le concours et une évolution dans l'intégration future des logiciels de géométrie dynamique à l'école élémentaire.

Exploitations possibles
Dans le cadre de l'évaluation des compétences associées aux C2i2e les formateurs en mathématiques pourront utiliser ces apports pour questionner leur pratique de formation. L'expérience associée à cette communication semble assez facilement transposable à des formations voisines (Master enseignement).

Mots-clés
Formation Initiale, TICE, géométrie dynamique, CRPE.

Communication D5

LE MANUEL SCOLAIRE : CARREFOUR DE TENSIONS MAIS AUSSI OUTIL PRIVILÉGIÉ DE VULGARISATION DES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Joël BRIAND
DAESL, Université Bordeaux 2
briandjoel@free.fr

Marie-Lise PELTIER
Équipe DIDIREM
IUFM de Rouen, Université de Rouen
mlpeltier@yahoo.fr

Résumé
Dans leur introduction, les auteurs de l'article situent le manuel scolaire à l'interface entre plusieurs institutions : ministère comme donneur d'ordre de programmes, éditeurs comme vendeurs, enseignants décideurs d'achat, IUFM et circonscriptions comme institutions d'analyse, et enfin parents souvent lecteurs. Les auteurs de manuel sont au carrefour d'injonctions et d'attentes souvent contradictoires.
Ils considèrent que s'appliquer, en tant que didacticiens, à la conception d'un tel ouvrage relève donc d'un défi.
Dans un premier temps, les auteurs de l'article décrivent rapidement les différentes contraintes auxquelles sont soumis les auteurs de manuels.
Puis, après avoir précisé leurs propres objectifs pour la conception d'un manuel scolaire pour le premier degré et du livre du professeur qui lui est associé, ils présentent les outils théoriques dans le champ de la didactique qui leur ont permis de les concrétiser.
Ensuite, à partir d'une même page de manuel, ils présentent trois scénarios possibles de mise en œuvre en classe dans lesquels l'activité mathématique des élèves, la prise en compte des savoirs, le travail de l'enseignant et son rôle sont à leurs yeux radicalement différents.
Ils concluent en justifiant pourquoi la conception et l'écriture de manuels scolaires leur semblent être un maillon déterminant dans la transposition des savoirs mathématiques à enseigner et à ce titre sont une « niche » privilégiée pour les didacticiens dans le nécessaire travail de vulgarisation des résultats de recherches en didactique des mathématiques.

Exploitations possibles
S'informer sur les contraintes auxquels sont soumis les auteurs de manuels scolaires.
S'informer sur les positions et les outils théoriques utilisés par les auteurs de la collection EURO MATH.
Montrer l'importance du livre du professeur, élément indispensable à la conduite d'une séquence de classe.

Mots-clés
Manuel scolaire, transposition didactique, travail de l'enseignant, milieu, situation, livre du professeur, situation de découverte, soutien, consolidation.

Communication D6

SITE MATHÉMATIQUE LOCAL D'UN EXERCICE

Christian SILVY
I.U.F.M. de Guadeloupe
christian.silvy@iufm.univ-ag.fr

Résumé
Cette communication propose d'analyser des énoncés de problèmes scolaires avec la notion de « site mathématique local » d'un exercice pour caractériser le « paysage mathématique » de la question. L'auteur indique que l'organisation de la connaissance nécessaire à la reconstruction du paysage permet de structurer l'enseignement de la question.

Exploitations possibles
Permettre aux formateurs de professeurs des écoles d'analyser des exercices proposés au CRPE pour mettre en évidence des difficultés de la résolution et organiser leur enseignement.
La notion de site mathématique local est illustrée par des descriptions de cas particuliers, mais n'est pas suffisamment définie.

Mots-clés
Thalès, grandeur, mesure, figure, dessin.