

# COPIRELEM

Actes du  
43<sup>e</sup> COLLOQUE INTERNATIONAL  
des formateurs de mathématiques  
chargés de la formation des maîtres

Le PUY-EN-VELAY  
du 14 au 16 juin  
2016

Enseignement des mathématiques  
et formation des maîtres aujourd'hui :  
quelles orientations, quels enjeux ?



AUVERGNE - RhôneAlpes\*

<http://www.copirelem.free.fr/>

# ACTES

**43<sup>ème</sup> Colloque international des Professeurs  
et des Formateurs de Mathématiques chargés  
de la Formation des Maîtres**

## **Enseignement des mathématiques et formation des maîtres aujourd'hui : Quelles orientations ? Quels enjeux ?**

**Le Puy en Velay**

**Site ESPE, Université Clermont Auvergne, 8 rue J.B Fabre  
mardi 14, mercredi 15 et jeudi 16 juin 2016**

**Colloque International**

# Sommaire

Présentation des actes .....	3
Présentation COPIRELEM .....	4
Liste des ateliers .....	6
Liste des communications .....	7
Comité Scientifique .....	8
Comité d'organisation .....	9
Bilan du comité scientifique .....	10
Bilan du comité d'organisation .....	12
LES CONFERENCES .....	14
Conférence d'ouverture : Floriane Wozniak.....	15
Conférence 2 : Jean- François Chesné .....	32
Conférence 3 : Laurent Theis.....	49
LES ATELIERS (résumés).....	71
LES COMMUNICATIONS (résumés).....	87



## PRESENTATION DES ACTES

Ces actes se présentent sous la forme numérique téléchargeable sur le site de l'ARPEME ([www.arpeme.fr](http://www.arpeme.fr)).

La brochure papier contient les textes complets des conférences et les résumés des ateliers et des communications retenus pour publication par le Comité Scientifique. Elle est à diffusion limitée.

La brochure numérique contient les textes intégraux des conférences de Floriane WOZNIAK, Jean-François CHESNE et Laurent THEIS et les comptes rendus complets des ateliers et des communications sont disponibles dans la version numérique.

## PRESENTATION COPIRELEM

La **COPIRELEM**, (Commission Permanente des **IREM** sur l'Enseignement **Élémentaire**) a été créée en 1975. Elle regroupe une vingtaine de représentants des différents IREM concernés par l'enseignement élémentaire. Tous ses membres sont des enseignants en ESPE chargés de la formation mathématique des professeurs d'école mais également des enseignants du second degré. Plusieurs sont engagés dans des recherches en didactique des mathématiques et sont invités à des colloques internationaux pour porter la voix de la COPIRELEM (EMF, ICMI,...).

La COPIRELEM s'investit à la fois dans des recherches sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire (enfants de 2 à 12 ans) et dans la formation des professeurs des écoles. Elle participe à la rédaction de documents sur des thèmes mathématiques communs à l'école et au collège avec la Commission Premier Cycle. Elle participe à la diffusion des recherches en didactique des mathématiques, en France et à l'étranger, auprès des formateurs de professeurs d'école.

La COPIRELEM produit des textes d'orientation (à la demande du Ministère, d'autres commissions IREM, des ESPE, *etc.*) sur des sujets en liaison, soit avec des thèmes mathématiques de la scolarité obligatoire (le calcul mental, les décimaux, la géométrie de l'école au collège), soit avec l'organisation de la formation des professeurs d'école (concours de recrutement, contenus de formation, *etc.*). Elle intervient également dans la formation des Inspecteurs de l'Éducation Nationale à de l'École Supérieure de l'Éducation Nationale (ESEN de Poitiers).

**La COPIRELEM organise un colloque annuel depuis 1975. Chaque colloque accueille entre 140 et 180 personnes en insistant sur une dimension internationale. Les conférences plénières, les communications et les travaux en ateliers font l'objet d'une publication *les Actes du colloque*.**

Chaque année, la COPIRELEM édite les annales du concours CRPE de l'année en cours avec ses propres corrigés et des compléments pour préparer le concours.

### 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.
- ✓ *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 / La Grande Motte 2010 / Dijon 2011 /  
Quimper 2012 / Nantes 2013 / Mont de Marsan 2014/ Besançon 2015.

- ✓ *CONCERTUM : Carnet de route de la COPIRELEM* (édité par l'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).
- ✓ *Le calcul Mental à l'école primaire, ressources et formation* (édité par l'ARPEME 2011).
- ✓ *Annales des épreuves écrites du concours CRPE 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016* (édité par l'ARPEME).
- ✓ *Florilège 2011, Florilège 2012* (édité par l'ARPEME).
- ✓ *Préparation à l'épreuve écrite du CRPE 2013* (édité par l'ARPEME).

## LISTE DES ATELIERS

	Hommage à J.F Grelier.		P. 72
A11	Evaluation/Notation des écrits en mathématiques pour les M2 MEEF 1er degré en alternance.	Voisin Samuel	P. 73
A12	Quels scénarios possibles pour une formation des M1 aux mathématiques de l'école primaire ?	Taveau Catherine	P. 74
A13	La distributivité : quel(s) savoir(s) et connaissance(s) pour enseigner la multiplication à l'école primaire ?	Constantin Céline	P. 75
A14	Former à la géométrie dans l'espace par la construction de polyèdres géants.	Dias Thierry	P. 76
A15	Faire de l'informatique sans ordinateur à l'école.	More Malika	P. 77
A16	Les programmes de 2015 pour l'école maternelle : de nouvelles compétences numériques qui interrogent les enseignants.	Reydy Carine	P. 78
A17	Le boulier : un artefact numérique à haut potentiel pour la formation des enseignants primaire.	Marechal Céline	P. 79
A18	De la ressource à la séance de classe : Institutionnaliser : tâche impossible ?	Allard Cécile	P. 80
A22	Quels problèmes ouverts pour l'école primaire ?	Le Dantec Olivier	P. 81
A23	Enjeux et perspectives d'une formation des maîtres à des projets interdisciplinaires impliquant les mathématiques.	Cabassut Richard	P. 82
A24	Former les enseignants polyvalents à l'analyse de séances de mathématiques.	Blanchouin Aline	P. 83
A25	Simulation du matériel de numération « bâchettes ».	Brasset Nathalie	P. 84
A26	Faire des mathématiques avec des cartes et un robot, le projet OCINAE.	Soury-Lavergne Sophie	P. 85
A27	Usage d'un cadre d'analyse pour s'approprier, concevoir et enrichir des situations de formation.	Petitfour Edith	P.86

## LISTE DES COMMUNICATIONS

C11	Formation à l'enseignement des mathématiques au baccalauréat en adaptation scolaire et sociale à l'Université de Sherbrooke : enjeux, actions et perspectives.	Adihou Adolphe	P. 88
C12	La question des ressources pour la formation dans le travail des conseillers pédagogiques.	Leroyer Laurence	P. 89
C14	Accompagner une recherche – action en didactique des mathématiques dans le cadre du mémoire professionnel de fin d'études: quels objectifs de formation pour de futures enseignantes primaires et quelle posture d'accompagnement?	Stierli-Cavat Elisabeth	P. 90
C15	Formation des Professeurs des écoles et développement de compétences mathématiques.	Choquet Christine	P. 91
C16	De la situation-problème à l'analyse didactique : exemple du patron de cône en formation initiale des M1.	Jore Françoise	P. 92
C17	Le Journal des Mathématiques : un outil pour produire des mathématiques.	Kermovant Erik	P. 93
C18	Le rallye maths IREM 95 : des épreuves pour les classes, un outil de formation pour les enseignants.	Batton Agnès	P. 94
C21	Une situation de formation d'enseignants pour apprendre à voir en géométrie.	Coutat Sylvia	P.95
C23	La formation initiale de maîtres au Québec : une autre structure, d'autres enjeux.	Braconne-Michoux Annette	P. 96
C24	L'enseignant des maths par l'enseignant polyvalent : inventaire de différents types de séances. Illustration au CP.	Blanchouin Aline	P. 97
C25	La pascaline comme moyen d'entrée dans une formation sur l'enseignement de la numération et du calcul au CP.	Soury-Lavergne Sophie	P. 98
C26	Quelle prise en compte des gestes professionnels du maître dans la production de ressources issues de recherches ?	Douaire Jacques	P. 99
C27	Une analyse d'un dispositif de formation initiale : des Ateliers de Pratique Professionnelle de mathématiques en maternelle.	Tisserand Ludovic	P.100



## COMITE SCIENTIFIQUE

### Président

**Richard CABASSUT**, Maître de Conférences, Laboratoire Interuniversitaire de Sciences de l'Éducation (LISEC), ESPE de l'Académie de Strasbourg, Université de Strasbourg, COPIRELEM, IREM de Strasbourg, président du comité scientifique.

### Membres

**Laetitia BUENO-RAVEL**, Maîtresse de Conférences, Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD), ESPE de Bretagne, Université de Bretagne Occidentale, COPIRELEM.

**Valentina CELI**, Maîtresse de Conférences, ESPE d'Aquitaine, Laboratoire Cultures, Education, Sociétés (LACES), Université de Bordeaux, COPIRELEM.

**Bruno COURCELLE**, Formateur, ESPE de Clermont Auvergne, Université Clermont Auvergne.

**Pierre EYSSERIC**, Formateur, ESPE de l'académie d'Aix-Marseille, Aix-Marseille Université, IREM de Marseille, COPIRELEM.

**Edith PETITFOUR**, Formatrice, ESPE de Lorraine, Université de Lorraine, COPIRELEM.

**Claire MARGOLINAS**, Maîtresse de Conférences, Laboratoire Activité, Connaissance, Transmission, Éducation (ACTÉ), Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand.

**Anne-Cécile MATHÉ**, Maîtresse de Conférences, Laboratoire Activité, Connaissance, Transmission, Éducation (ACTÉ), Université Blaise Pascal, ESPE, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand.

**Frédéric TEMPIER**, Maître de Conférences, Université Cergy-Pontoise, Laboratoire de didactique André Revuz, COPIRELEM.

**Claire WINDER**, Formatrice, ESPE de l'Académie de Nice, Université Nice-Sophia Antipolis, COPIRELEM.

## COMITE D'ORGANISATION

### Responsable

**Bruno COURCELLE**, Formateur ESPE, Université Clermont Auvergne, site du Puy en Velay.

### Membres

**Guy BENAT**, Formateur ESPE, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, site du Puy en Velay.

**Grégoire COCHETEL**, Formateur ESPE, directeur adjoint de l'ESPE Clermont-Auvergne.

**Raphaël COUDERT**, Formateur ESPE, responsable du site ESPE du Puy en Velay - Université Blaise Pascal.

**Alex ESBELIN**, Maître de conférence, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, site de Chamalières.

**Xavier NICOLAS**, Formateur ESPE, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, site du Puy en Velay.

**Olivier RIVIERE**, Formateur ESPE, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, site de Chamalières.

## BILAN DU COMITE SCIENTIFIQUE

Depuis plusieurs années, l'enseignement des mathématiques et la formation des maîtres sont dans une période de profond renouvellement. Dès 2016, en France, les nouveaux programmes pour l'école primaire et pour le collège prévoient en effet une réorganisation des cycles d'enseignement, avec notamment la définition d'un nouveau cycle CM1/CM2/6<sup>ème</sup>. Les approches transversales et interdisciplinaires y sont renforcées, ainsi que la place du numérique. D'autre part, les conditions de formation et de recrutement des professeurs des écoles ont été modifiées en France par la création des Ecoles Supérieures du Professorat et de l'Education (ESPE), par les nouvelles modalités du concours, par le référentiel des compétences des enseignants de 2013, ainsi que par le renforcement de la formation en alternance.

Quelles sont les orientations et les enjeux de ces nouveaux rapports au savoir et à la formation ? Quelles libertés et quelles contraintes apparaissent dans ces espaces d'apprentissage, d'enseignement et de formation ?

Un premier axe de réflexion a porté sur les enjeux de la formation pour les élèves. On s'est intéressé notamment à la relation entre la formation et les situations d'apprentissage, leurs évaluations, la remédiation, la différenciation et les ressources pour les élèves. Les nouvelles demandes institutionnelles au niveau des élèves ont été étudiées : place du numérique, place des disciplines, organisation curriculaire et impact sur les programmes et la formation.

Le deuxième axe a concerné les enjeux de la formation pour les enseignants et leurs formateurs :

- contenus de formation (mathématiques, didactiques et pédagogiques)
- modalités de formations (formation initiale, maquettes, formation en alternance, formation continue ; parcours de formation, séance de formation) ;
- ressources pour la formation (différents types de ressources ; conception ; analyse)
- analyse des formations (et de leur impact sur les formés) ;
- évaluation des formations mises en œuvre.

Un dernier axe a étudié les enjeux de la formation sur plan institutionnel : commandes institutionnelles ? évolution curriculaire ? implantation dans la formation et dans l'enseignement ?

Trois conférenciers ont contribué à la réflexion sur ces questions, en échangeant notamment expériences et recherches, tant au niveau national qu'international : Jean-François Chesné, Docteur en Didactique des mathématiques, Directeur scientifique du Conseil national d'évaluation du système scolaire ; Laurent Theis , Professeur , Université de Sherbrooke, Canada et Floriane Wozniak, Maîtresse de Conférences, Université de Montpellier, Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique, Éducation et Formation (LIRDEF EA 3749). Communications et ateliers ont complété cette réflexion.

Le comité scientifique a examiné, avec rigueur et bienveillance, les propositions des quinze ateliers et des quinze communications qui ont été proposés au colloque. Beaucoup de propositions ont été améliorées à la suite de cet examen. Deux communications n'ont pas donné

lieu à compte rendu et nous le regrettons. Notre regretté collègue, Jean-François Grelier est décédé avant d'avoir pu produire le compte rendu de son atelier et nous lui rendons hommage dans ces actes. Dans l'évaluation des conférences, des ateliers et des communications, parmi les avis exprimés, 52 % étaient très positifs, 32 % positifs, 12% avis partagés, 4 % plutôt négatifs et 1 % négatifs, c'est dire que dans l'ensemble le programme scientifique a été apprécié.

Que le comité d'organisation du site du Puy-en-Velay soit remercié pour la qualité de l'accueil, avec une mention particulière pour Bruno Courcelle membre du comité scientifique et président du comité d'organisation, qui a assuré la liaison entre les deux comités avec une efficacité redoutable.

Pour terminer, que les membres du comité scientifique soient remerciés pour le travail d'étude des différentes propositions.

**Richard Cabassut**

Président du comité scientifique

Maître de Conférences, Laboratoire Interuniversitaire des Sciences de l'Éducation (LISEC)

Université de Strasbourg IREM de Strasbourg, COPIRELEM

## BILAN DU COMMITTE D'ORGANISATION

En juin 2015 lorsque j'ai accepté, un peu naïvement de prendre en charge l'organisation du colloque, je ne me doutais pas de l'ampleur de la tâche qui m'attendait.

Je dois dire que j'ai eu à faire avec de nombreuses personnes qui se sont montrées dans l'ensemble compréhensives et bienveillantes.

Le premier atout dont j'ai pu bénéficier fut le soutien de mes collègues, du responsable de site et de la gestionnaire qui n'ont pas hésités à m'encourager et me venir en aide. Ce fut un travail d'équipe.

Le deuxième atout vient du fait que l'organisation de cet évènement a commencé très tôt dans l'année, ce qui m'a permis de gérer les différentes tâches dans la sérénité. De plus les nombreuses étapes et échéances avaient été notifiées dans le vademécum réalisé par A. Simard l'organisateur du précédent colloque. Même si j'ai eu à faire face à des situations inédites comme celle de la venue de formateurs africains ou le désistement au dernier moment d'un conférencier, tout est rentré dans l'ordre.

Un troisième atout fut le site ESPE du Puy, qui a pu accueillir en un seul lieu tous les participants. Les salles d'ateliers, l'amphi, la restauration et la grande salle expo où nous nous sommes retrouvés pour les pauses et la soirée festive étaient dans le même bâtiment. Cette unité de lieu a contribué à donner une ambiance chaleureuse et conviviale à ce colloque.

Le bilan montre que les participants (129) ont été très satisfaits de la qualité de l'accueil et de l'organisation des différents moments prévus pendant ce colloque. Nous avons pu partager des temps de travail et de détente, car il n'y avait que deux plages d'ateliers prévues au lieu de trois habituellement. Ceci nous a permis de faire découvrir aux participants notre charmante petite ville du Puy.

Je ne regrette absolument pas de m'être lancé dans cette aventure riche en expériences et imprévus.

**Bruno Courcelle**  
Responsable de l'organisation du colloque  
Formateur ESPE



## REMERCIEMENTS

En tant que responsable de l'organisation matérielle du 43<sup>ème</sup> Colloque de la COPIRELEM, je tiens à remercier toutes les personnes et les institutions qui ont permis et facilité ce travail de longue haleine.

Grâce à l'aide mes collègues du site du Puy en Velay, X. Nicolas, M. Mangin, G. Bénat, C. Filère, aux secrétaires S. Bec et A. Wierzba, à la gestionnaire M.C Arnaud, au responsable de site R. Coudert et au soutien de l'ESPE de Clermont, j'ai pu surmonter les différents obstacles qui n'ont pas manqués de se dresser sur ma route.

Je tiens aussi à remercier l'IREM de Clermont et particulièrement T. Lambre le directeur et la secrétaire F. Tolédo que j'ai mise de nombreuses fois à contribution.

Je remercie également la mairie, l'office du tourisme, la communauté d'agglomération représentés par la personne de B. Bénat et les partenaires MAIF, MGEN, ASL, Crédit mutuelle qui ont tout mis en œuvre pour que le séjour des participants soit le plus agréable possible.

## CONFERENCES

# FORMER LES PROFESSEURS : ALLER A L'IDEAL ET COMPRENDRE LE REEL.

Floriane Wozniak  
Université de Montpellier  
LIRDEF EA 3749  
floriane.wozniak@umontpellier.fr

## Résumé

Ce texte illustre comment les outils développés en didactique des mathématiques permettent de comprendre les changements qui s'opèrent au sein de l'École et les contraintes qui pèsent sur les pratiques des enseignants. Ceci conduira à poser comme idéal de la formation initiale des professeurs l'identification des problèmes qui se posent à eux comme des problèmes de la profession et de créer les conditions de leur dépassement.

## I - INTRODUCTION

Dans le contexte du renouvellement des programmes d'enseignement à l'école primaire<sup>1</sup> et de la création des écoles supérieures du professorat et de l'éducation<sup>2</sup>, la question des enjeux de la formation des professeurs des écoles se pose de façon cruciale. Pour apporter quelques éléments de réponses, j'adopterai ici le point de vue de la recherche en didactique des mathématiques. Déterminer les enjeux de la formation, c'est-à-dire les besoins de formation des professeurs, nécessite de comprendre les conditions et les contraintes qui pèsent sur les pratiques. C'est ce que je vais illustrer en considérant un exemple de pratique enseignante, telle qu'elle s'est présentée dans une revue professionnelle.

### *Un exemple de pratique de classe inversée*

À l'occasion de la semaine de la classe inversée du 25 au 29 janvier 2016 qui s'est déroulée dans 17 académies en France<sup>3</sup> et 10 pays, la revue en ligne<sup>4</sup> *le café pédagogique*, a interrogé un professeur de mathématiques en collège engagé dans ce type de démarche. Ce professeur est présenté comme :

... un professeur qu'on pourrait décrire comme touche à tout. Féru de technologie, c'est avec envie et hardiesse qu'il s'est penché sur la classe inversée, pour « gagner du temps » et se concentrer sur les difficultés des élèves.

La présentation flatteuse conduit le lecteur à supposer qu'il faut avoir des caractéristiques personnelles et des compétences particulières pour pratiquer ce type de démarche : être curieux, enthousiaste à sortir de sa routine et avoir des compétences techniques. Quant aux motivations qui ont conduit le professeur interrogé à se lancer dans une telle aventure, l'une dit implicitement une contrainte de l'école – s'il faut « gagner du temps », c'est qu'on en manque pour faire ce qui est à faire – et l'autre rappelle la

<sup>1</sup> De nouveaux programmes sont entrés en vigueur à l'école maternelle en septembre 2015 et entreront en vigueur en septembre 2016 à l'école élémentaire.

<sup>2</sup> Les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE) ont été créées le 1<sup>er</sup> septembre 2013 et le concours de recrutement des professeurs des écoles, le CRPE, a été modifié en 2014.

<sup>3</sup> Il y a 30 académies en France métropolitaine et hors métropole.

<sup>4</sup> Quotidien créé en 2001 sur l'actualité de l'École. L'entretien dans sa totalité est lisible à l'adresse consultée le 16/09/2016 :

[http://www.cafepedagogique.net/lemensuel/lenseignant/sciences/maths/Pages/167\\_Sommaire.aspx](http://www.cafepedagogique.net/lemensuel/lenseignant/sciences/maths/Pages/167_Sommaire.aspx).

prescription faite aux professeurs de prendre en charge les difficultés des élèves. Voici ce que ce professeur dit de sa pratique :

### **Depuis quand vous êtes-vous intéressé à la classe inversée ?**

Je me suis lancé dans la classe inversée il y a bientôt 3 ans. J'étais en collège rural avec un public très hétérogène et je savais qu'à la rentrée suivante j'allais avoir des classes de troisième à 29 ou 30 élèves. J'avais besoin de trouver une solution pour gagner du temps pour eux en classe. C'est à ce moment-là que j'ai découvert le principe de la classe inversée et après de longues heures de recherches sur Internet, j'ai réussi à envisager de quelle manière je voulais mettre ça en place. J'ai dès lors testé avec mes classes de troisièmes pour expérimenter. Au début ils se sont demandé d'où me venait cette idée, mais ils m'ont fait confiance et l'alchimie a très vite fonctionné.

### **Comment organisez-vous la classe ?**

Mon fonctionnement en classe inversée demeure assez basique par rapport à d'autres collègues. Je trouve que les mathématiques se prêtent bien à la mise en place de cette pédagogie.

L'objectif était vraiment de mettre en autonomie les tâches cognitives les plus simples pour passer plus de temps en classe aux côtés des élèves, en activité, sur les tâches cognitives les plus complexes.

Concrètement, je prépare d'abord une capsule vidéo dans laquelle soit je présente un concept mathématique et le cours qui va avec, soit je corrige une activité d'introduction accompagnée toujours du point de cours associé.

Le soir, chez eux, les élèves doivent regarder la capsule de cours (éventuellement après avoir fini l'activité d'introduction commencée en classe) et compléter la partie écrite du cours qui se présente sous la forme d'une photocopie d'un texte à trous.

L'objectif de ce dernier exercice est, d'une part, de vérifier que les élèves ont pris le temps de regarder la vidéo, et, d'autre part, de remplir à la maison la trace écrite pour ne pas perdre de temps en classe à recopier une leçon. Le lendemain, en cours, on fait le point sur la vidéo (qui n'a pas vu, pourquoi, on résume rapidement) et on corrige rapidement le document de cours.

Souvent je projette le document avec une police manuscrite pour les parties à compléter par les élèves afin qu'ils s'y retrouvent. Ensuite commence « la séance d'exercices ». J'indique au tableau les exercices qui vont être faits et les élèves se lancent en autonomie dans leur travail.

J'ai ainsi tout le temps nécessaire pour aller les voir afin d'éclaircir un énoncé, d'expliquer une méthode, de clarifier un point de cours. Durant cette séance d'exercices, les élèves sont notamment autorisés à revoir les capsules vidéo pour revoir une notion ou pour s'inspirer des exemples ou exercices types.

### **Dans vos séances, vous favorisez le travail entre pairs ?**

Oui, les élèves sont installés en îlots, ce qui favorise notamment les échanges entre eux et l'aide. Ils sont parfois amenés à réaliser des corrections d'exercices en vidéos afin d'expliquer à leur camarade tout en évitant la phase de correction au tableau qui peut s'avérer longue et laborieuse.

Il y a probablement une différence entre ce qui est décrit dans cet entretien et la réalité de ce qui se passe dans la classe. Aussi, mon propos n'est pas de faire une critique du dispositif de la classe inversée, mais de regarder ce que dit ce professeur de sa pratique comme une réponse à une question qui, en réalité, est posée à l'ensemble de la profession. En premier lieu, plusieurs constats peuvent être faits :

- il n'y a pas de changement dans la structure ternaire aujourd'hui classique de l'enseignement des mathématiques « activité introductive/cours/exercices » ;
- le temps didactique est segmenté : d'un côté le temps de la transmission (vidéos) et de l'autre le temps de l'appropriation (les exercices) ;

- les savoirs « encapsulés » sont exposés, ils ne sont pas construits collectivement comme une réponse à une question ;
- la *mésogenèse*<sup>5</sup> est totalement contrôlée par le professeur ;
- le *topos* de l'élève est réduit par une organisation didactique qui corsète son activité : une linéarisation est imposée par le support vidéo par exemple (il est plus aisé d'aller chercher directement une information dans un cahier que dans une vidéo) et l'institutionnalisation (qui prend la forme d'un texte à trou) n'est pas co-construite mais externalisée hors la classe.

Ainsi, le dispositif tel qu'il apparaît à travers cet entretien, réduit le collectif et isole l'individu pour développer une relation duale professeur-élève. La responsabilité individuelle de l'élève dans le processus d'apprentissage est accrue tandis qu'on n'apprend plus ensemble mais les uns à côté des autres.

Par ailleurs, le professeur se dit satisfait du dispositif. C'est effectivement une condition absolument nécessaire pour continuer à le mettre en œuvre au regard de l'importance de la charge de travail de préparation générée. Cependant, aucune objectivation de l'effet sur les apprentissages n'est véritablement réalisée :

- « [...] Certains ont réussi à progresser car ils ont pu réécouter autant de fois que nécessaire les explications données dans les capsules et bénéficier d'une aide individualisée. »
- « [...] le manque d'investissement de certains élèves pour qui regarder une vidéo à la maison constitue encore un travail personnel trop important. Dans l'ensemble, une majorité d'élèves fait plus facilement ses « devoirs » lorsqu'il s'agit uniquement de regarder une capsule plutôt que de faire des exercices, mais il reste néanmoins quelques irréductibles. »

Cette absence d'objectivation s'explique par trois faits majeurs. D'une part, ce qui est valorisé par l'institution scolaire est l'aspect « inventif » ou « novateur ». D'autre part, ce dispositif de « classe inversée » est une réponse à une double contrainte subie par les professeurs : la baisse du temps d'enseignement<sup>6</sup> et l'exigence d'individualisation de l'enseignement. Il s'agit en effet pour les professeurs d'aujourd'hui de donner plus à chacun avec moins de temps pour tous. Enfin, ce dispositif est une réponse à une nouvelle demande institutionnelle, l'introduction du numérique à l'école.

La classe inversée apparaît alors comme un moyen de répondre à ce qui peut apparaître comme une injonction paradoxale : Faire mieux (en prenant en charge chacun), différemment (en utilisant le numérique), avec moins de temps pour tous ! C'est ainsi que l'externalisation de l'institutionnalisation émerge comme la solution à un problème de chronogenèse – faire avancer le temps didactique – vécu durement.

Cependant, dans cet entretien, il y a un grand absent. Rien n'est dit sur le contenu d'enseignement, sur les mathématiques que rencontrent les élèves ... car le dispositif de la classe inversée est aussi un symptôme du système scolaire : impuissant à agir sur certains déterminants de l'action didactique, il dirige son action vers l'élaboration de nouveaux dispositifs d'enseignement. Or une intervention au

<sup>5</sup> La *mésogenèse* est le procédé par lequel le milieu d'une situation se fabrique, se développe et s'enrichit.

La *topogenèse* est le procédé par lequel la place et les attributions (le *topos*) des sujets d'une institution – professeur et élèves au sein d'une situation didactique en classe – sont fixées.

La *chronogenèse* est le procédé par lequel la temporalité de la diffusion et de l'acquisition des savoirs est modifiée.

<sup>6</sup> La baisse du temps d'enseignement peut être le fruit d'une baisse effective des horaires d'enseignement dans une discipline donnée, d'une augmentation du volume de ce qui est enseigné à horaire constant ou encore d'une élévation du niveau d'exigence dans la maîtrise de ce qui est enseigné.



niveau pédagogique, c'est-à-dire sur l'organisation de l'étude, ne règle pas les difficultés spécifiquement liées aux contenus enseignés qui, elles, se situent au niveau didactique<sup>7</sup>.

Si j'ai choisi en guise d'introduction de rendre compte de cet entretien, c'est qu'il permet d'illustrer un fait essentiel : ce que vit ce professeur comme un problème personnel est en réalité le problème d'une profession qui, avec les mots de la théorie anthropologie du didactique, se formulerait ainsi : *Comment dépasser les contraintes chronogénétiques sans en rabattre sur la topogénèse et la mésogénèse ?* Autrement dit, comment répondre aux contraintes liées au temps didactique en préservant une place et un rôle aux élèves dans la construction des apprentissages ?

L'objet de ce texte est donc de montrer que l'enjeu majeur de la formation initiale des professeurs est de leur permettre d'identifier les problèmes qui se posent à eux comme des problèmes de la profession et de créer les conditions de leur dépassement. Dans une première partie, il s'agira de « comprendre le réel », en considérant certains des déterminants de l'action des professeurs. Dans un second temps, j'envisagerai comment « aller à l'idéal » d'une formation des professeurs des écoles adossée à la recherche pour répondre aux attentes de la société et aux besoins de l'école. Pour ce faire, je dégagerai certaines conditions du développement professionnel des enseignants débutants en m'appuyant sur les travaux développés au sein de la théorie anthropologique du didactique.

---

## II - COMPRENDRE LE RÉEL

---

Je l'ai évoqué en introduction, je me fonde sur un postulat : les praxéologies d'un professeur singulier sont des instanciations des praxéologies<sup>8</sup> des professeurs. Ce faisant, j'opère un changement de point de vue en transformant la question initiale qui renvoie à un individu : *Pourquoi M. XY fait ce qu'il fait ?* en une nouvelle question qui renvoie au collectif *Pourquoi le professeur fait ce qu'il fait ?* Le glissement d'un sujet singulier vers un sujet générique représentant d'un groupe déplace ainsi l'objet d'étude des individus vers ce qui détermine l'action des individus. Aussi, dans cette première partie je présenterai certains déterminants qui permettent de comprendre *Pourquoi le professeur est-il amené à faire ce qu'il fait ?* En premier lieu, la société.

### 1. École et société

Les sociologues comme les historiens de l'éducation ont montré combien les systèmes éducatifs dépendent de la religion, du système politique, de l'état des connaissances scientifiques, techniques ou artistiques d'une société à un moment donné.

« À Athènes, on cherchait à former des esprits délicats, avisés, subtils, épris de mesure et d'harmonie, capables de goûter le beau et les joies de la pure spéculation ; à Rome, on voulait avant tout que les enfants devinssent des hommes d'action, passionnés pour la gloire militaire, indifférents à ce qui concerne les lettres et les arts. Au Moyen Age, l'éducation était avant tout chrétienne ; à la Renaissance, elle prend un caractère laïc et plus littéraire ; aujourd'hui, la science tend à y prendre la place que l'art y occupait autrefois. » (Durkheim, 1922, p. 44)

---

<sup>7</sup> L'organisation de l'étude a évidemment une incidence forte sur les savoirs qui peuvent vivre dans une classe. Dans la situation d'agrandissement d'un puzzle proposée par Guy Brousseau, l'absence de rétroaction du milieu lorsque l'élève construit seul la totalité du puzzle agrandi met le professeur dans l'impossibilité d'invalider une technique erronée autrement que par un argument d'autorité. Ceci crée une incompréhension chez l'élève qui passe alors à côté des apprentissages visés. Néanmoins, l'organisation de l'étude ne peut prendre en charge, par exemple, ce que Guy Brousseau appelle des obstacles épistémologiques.

<sup>8</sup> En théorie anthropologique du didactique, toute activité humaine peut se modéliser en terme de praxéologie : un type de tâche pour être accompli met en œuvre une technique qui peut être décrite, justifiée, développée sur la base d'un discours technologique qui s'inscrit lui-même au sein d'une théorie. Type de tâche et technique constituent le bloc *praxis* tandis que technologie et théorie constituent le bloc *logos*.

Au-delà des objectifs assignés à l'école, les travaux de Nathalie Mons ont révélé qu'un sujet éminemment didactique comme la prise en charge des difficultés des élèves avait un traitement différent suivant les sociétés. Elle en distingue trois :

- « 1) Un modèle dit de l'intégration individualisée, où des modes de soutien individualisé existent, et pas seulement pour les élèves faibles, tout recours au redoublement et toute organisation par classes de niveau étant impossibles. Les pays de l'Europe du Nord relèvent tous de ce type.
- 2) Le modèle dit de l'intégration à la carte, où à nouveau existe un tronc commun, « relativement commun », précise Nathalie Mons, mais avec possibilité de groupes de niveau et une gestion des difficultés moins individualisée. On trouve dans ce groupe l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande, les États-Unis et le Royaume Uni.
- 3) Enfin, le modèle dit de l'intégration uniforme gère les difficultés des élèves face à un tronc commun long par des solutions telles que le redoublement, parfois des classes de niveau, voire des sorties du système sans qualification. Ici se regroupent des pays comme l'Italie, la France ou le Portugal. » (Dubet, Duru-Bellat & Vérétoit, 2010, p. 93).

École et société sont donc étroitement liées dans les buts assignés à l'École autant que dans les moyens pour les atteindre. L'exemple de la réforme des « mathématiques modernes » des années 1970 est à ce titre emblématique<sup>9</sup> de ce que les contenus mêmes des programmes d'enseignement sont dictés par les besoins de la société :

« Dès 1958, l'OECE et la création d'un Bureau du Personnel Scientifique et Technique, dont l'un des objectifs est de "rendre plus efficace l'enseignement des sciences et des mathématiques". En novembre 1959, l'OECE organise un séminaire de dix jours [...]. L'objectif de ce colloque est de promouvoir une réforme du contenu et des méthodes de l'enseignement des mathématiques à l'école secondaire (12-19 ans). » (Bkouche, Charlot & Rouche, 1991, p. 27).

Si la société impose à l'école ses buts et son organisation, pèse sur ses méthodes et ses programmes, elle n'est pas le seul déterminant de l'action didactique. C'est ainsi que certaines conditions doivent être réunies, qui ne dépendent pas des seuls besoins de la société, pour que les programmes d'enseignement changent effectivement.

## 2. Conditions des changements curriculaires

En didactique des mathématiques, Yves Chevallard (1991) a le premier étudié les phénomènes de transposition didactique : l'origine des savoirs enseignés à l'école, la façon dont ils se transforment *via* le filtre des institutions qu'ils traversent depuis l'institution qui les produit jusqu'à l'institution scolaire, leur introduction ou leur éviction des programmes d'enseignement ou encore les conditions de leur existence. Deux conditions « écologiques » pour qu'un objet de savoir entre dans le curriculum scolaire ont ainsi pu être identifiées :

« D'une part le savoir enseigné - le savoir traité à l'intérieur du système - doit être vu, par les « savants » eux-mêmes, comme suffisamment proche du savoir savant, afin de ne pas encourir le désaveu des mathématiciens, qui minerait la légitimité du projet social, socialement accepté et soutenu, de son enseignement. D'autre part, et dans le même temps, le savoir enseigné doit apparaître comme suffisamment éloigné du savoir des parents (ou du moins de ces fractions de classes qui, dans telle formation sociale donnée, tiennent le haut du pavé en matière d'éducation),

---

<sup>9</sup> L'OECE est l'organisation européenne de coopération économique, devenue en 1963 l'OCDE, organisation de coopération et de développement économique. La lecture des commentaires à l'issue des résultats des tests PISA pilotés par l'OCDE permettent de mesurer le poids de cette institution économique d'obédience libérale sur les politiques publiques d'enseignement et conséquemment sur l'organisation des systèmes scolaires et leurs contenus d'enseignement.

c'est-à-dire du savoir banalisé dans la société (et banalisé notamment par l'école !).» (Chevallard, 1991, p. 26).

En considérant les besoins de la société et les conditions liées à la transposition didactique, on peut constater concernant le « numérique » :

- 1) un besoin de savoirs est clairement identifié dans la société : l'économie du numérique est un facteur de croissance dans les sociétés industrialisées et un secteur pourvoyeur d'emplois ;
- 2) l'existence d'une institution<sup>10</sup> légitimante pour ces savoirs : si dans les dernières décennies une théorie mathématique de l'informatique s'est développée en lien avec la logique, dans le même temps, des domaines des mathématiques comme les mathématiques discrètes, la modélisation ou la simulation ont su profiter des apports de l'informatique ;
- 3) l'incompétence des parents à assumer la formation requise : de nos jours, en France, la programmation par exemple reste une affaire de spécialistes qui nécessite une formation spécifique. Les conditions d'un changement curriculaire étant remplies, la récente introduction de l'algorithmique dans les programmes d'enseignement était donc inéluctable.

Après avoir regardé certains des déterminants qui pèsent sur les savoirs à enseigner, je vais à présent m'intéresser aux professeurs eux-mêmes et à certains des éléments qui déterminent leur action dans la classe.

### 3. Le professeur et ses assujettissements

Un postulat fondateur de la théorie anthropologique du didactique est que les mathématiques sont une activité humaine qui se produit, se diffuse, se pratique et s'enseigne au sein d'institutions. Or dans une institution donnée, ce que fait un sujet avec un objet dépend de la position que ce sujet occupe au sein de cette institution. Les praxéologies que le sujet développe à propos de cet objet sont le fruit d'un rapport institutionnel à cet objet. À titre d'illustration<sup>11</sup>, voici quatre techniques de résolution du problème « si 8 images coûtent 10 €, quel est le prix de 3 images ? », reposant sur l'hypothèse que chaque image a le même prix :

(1) La théorie des rapports et proportions<sup>12</sup> qui avait cours au XIX<sup>e</sup> dans les traités d'arithmétique permet de dire que 8 est à 10 comme 3 est à  $x$ , ce qui s'écrit  $8 : 10 :: 3 : x$ .

L'égalité des produits des extrêmes et des moyens donne alors :  $8 \times x = 10 \times 3$  et  $x = (10 \times 3) / 8$ .

(2) La modélisation par une fonction linéaire en vogue dans la période des « mathématiques modernes » conduit à effectuer une petite suite de calculs :

si  $f(8) = 10$  alors  $f(3) = f(3/8 \times 8) = 3/8 \times f(8) = 3/8 \times 10$ .

(3) Le recours à un tableau de proportionnalité, très utilisé dans les années 1990, amène l'utilisation de la technique du « produit en croix » :

Nbre d'images	8	3
Prix (€)	10	$x$

Soit  $x = (10 \times 3) / 8$ .

<sup>10</sup> Si l'informatique s'est initialement développée à l'université au sein des départements de mathématiques, elle gagne en autonomie dans certaines universités pour constituer à elle seule un département d'enseignement et de recherche.

<sup>11</sup> J'emprunte l'idée à Chevallard (1999). Le lecteur trouvera plusieurs extraits d'ouvrages qui illustrent la diversité des techniques et des discours employés pour résoudre ce type de problème à l'adresse consultée le 16/09/2016 : <http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Regletois.htm>.

<sup>12</sup> De son côté, Bézout (1821) parle de proportion géométrique : « La propriété fondamentale de la proportion géométrique est le produit des extrêmes est égal au produit des moyens ; par exemple, dans la proportion  $3 : 15 :: 7 : 35$ , le produit de 35 par 3, et celui de 15 par 7, sont également 105. »

(4) La « règle de trois » actuellement en vigueur à l'école élémentaire repose sur un raisonnement qui passe par le retour à l'unité<sup>13</sup> :

si 8 images coûtent 10 euros, alors une image coûte  $10 \text{ €} : 8 = 1,25 \text{ €}$  et 3 images coûtent  $3 \times 1,25 \text{ €} = 3,75 \text{ €}$ .

De ces exemples, nous pouvons tirer deux leçons : d'une part, le rapport institutionnel à un objet n'est pas immuable et peut varier dans le temps. D'autre part, même si le professeur connaît toutes ces techniques, la seule qu'il enseignera sera celle mentionnée dans les programmes scolaires en vigueur. Le rapport aux objets qui peut se construire dans une institution donnée pour un sujet donné, dépend des « pratiques du moment » dans cette institution.

Cependant, chaque individu est le sujet successivement et simultanément de différentes institutions. Le rapport personnel qu'il a avec un certain objet se construit ainsi à partir des différents rapports institutionnels à cet objet qui prévalaient dans les institutions au moment où il les côtoyait. C'est dans cette pluralité d'assujettissements que l'individu construit son propre chemin. Le professeur, comme individu, a été ou est le sujet de diverses institutions comme par exemple, l'école où il a occupé successivement les positions d'élève, collégien, lycéen, étudiant puis professeur ; l'institut de formation des enseignants ; la profession d'enseignants avec ses normes, ses valeurs et ses pratiques ; l'institution scolaire comme enseignant qui doit appliquer des programmes officiels et rendre des comptes aux inspecteurs et aux parents. Mais il est aussi membre de la société française et de bien d'autres institutions. C'est ainsi que les fichiers et manuels, les collègues, les sites et blogs d'enseignants, les revues professionnelles ou syndicales, l'école de formation doivent être regardées comme autant d'institutions qui peuvent légitimer les praxéologies d'un professeur. Et l'institution la plus légitime aux yeux des professeurs n'est pas toujours celle qu'on pourrait imaginer.

Pour éclairer ce point je vais évoquer le mémoire professionnel de deux étudiantes de 2<sup>e</sup> année de master<sup>14</sup> MEEF portant sur l'énumération (Freyd & Jilli, 2016) que j'ai récemment dirigé. Dans la bibliographie de ce mémoire se trouvent des références qui attestent d'un accompagnement dans ce travail de réflexion au plus près des recherches en didactique des mathématiques dans ce domaine, par exemple :

Briand, J., Lacave Lucian, M.-J., Harvouët, M., Bedere, D. & Goua de Baix, V. (1999). Enseigner l'énumération en moyenne section, *Grand N*, 66, 7- 22.

Margolinas, C. & Wozniak, F. (2012). *Le nombre à l'école primaire: approche didactique*. Bruxelles: De Boeck.

Margolinas, C. Wozniak, F. & Rivière, O. (2015). Situations d'énumération et exploration des collections. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 35(1), 183-220.

Rousson, L. (2010). *Effets de variables didactiques sur la résolution d'un problème d'énumération en maternelle*. Mémoire master HPDS, université Claude Bernard, Lyon 1.

Inévitablement, les auteures de ce mémoire ont aussi consulté sur Internet des sites professionnels comme des sites de circonscription<sup>15</sup> ou d'inspections académiques<sup>16</sup> sur lesquels se trouvent des

<sup>13</sup> Il semble que le succès de l'ouvrage d'Antoine André Louis Reynaud (1810) ait contribué au remplacement de la méthode reposant sur la théorie des proportions par celle-ci : « Par exemple, pour résoudre ce problème : 4 ouvriers ont fait 20 toises d'ouvrage ; combien 9 ouvriers en feront-ils ? On nommait x, l'ouvrage inconnu ; et l'on posait la proportion... 4 ouvriers : 9 ouvriers :: 20 toises : x. Le dernier terme étant égal au produit des moyens, divisé par l'extrême connu ; l'Élève, qui appliquait machinalement cette règle, multipliait 9 ouvriers par 20 toises, et divisait le produit par 4 ouvriers ; ce qui est absurde. Le raisonnement que je substitue est très simple ; on dit : si 4 ouvriers font 20 toises, un ouvrier ferait le quart de 20 toises, ou 5 toises ; les 9 ouvriers feront donc 9 fois 5 toises, ou 45 toises. » (Reynaud, 1810, p. XXXVIJ).

<sup>14</sup> MEEF : métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation.

<sup>15</sup> Les écoles maternelles et primaires d'une même zone géographique sont regroupées au sein d'une circonscription qui est animée par un inspecteur de l'éducation nationale et une équipe de conseillers pédagogiques de circonscription.

ressources pour l'enseignement. C'est ainsi, que dans leur écrit ces étudiantes se réfèrent à la fiche « nombre » élaborée par une conseillère pédagogique<sup>17</sup> pour donner la définition du subitizing : « Le subitizing est la capacité d'énumération immédiate des unités jusqu'à 3 » (Op. cit., p. 25). Dès lors, une confusion s'installe dans le texte entre énumération et dénombrement :

« Après le rappel du matériel pour le bon déroulement du jeu, l'élève doit lancer trois fois le dé et mettre dans le récipient le nombre de bouchons bleus qu'indiquent les doigts de la main, sur chaque face du dé. L'objectif est : énumérer la collection de bouchons disposés dans le récipient après les trois lancers. » (op. cit., p. 28)

« Les élèves au moment de l'accueil peuvent énumérer le nombre de feux verts dont ils disposent. Cette situation va leur permettre d'énumérer le nombre de feux détenus. » (op. cit., p. 32)

Or précédemment dans leur écrit, les auteures avaient pris soin de distinguer énumération et dénombrement : « L'énumération est une connaissance qui intervient dans le dénombrement. L'énumération est bien plus » (op. cit., p. 12). Distinction explicitement faite au cours de la soutenance orale de leur mémoire quand il s'est agi de définir l'énumération mais qui est devenue labile au moment de répondre aux questions. Ce que révèlent ces lapsus calami est une réalité qui apparaît bien cruelle pour les formateurs d'enseignants de l'école primaire : la légitimité est davantage du côté de la classe, des corps d'inspection que du côté de la formation universitaire et de la recherche. Il y a bien une hiérarchie dans les assujettissements.

---

### III - ALLER À L'IDÉAL

---

Revenons au problème du professeur : Comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ? La réponse est double. D'une part, il s'agit de réaliser un travail de transposition didactique *interne*, c'est-à-dire élaborer une organisation mathématique conforme au rapport institutionnel que veut instaurer l'école. D'autre part, le professeur doit concevoir l'organisation didactique qui permettra aux savoirs mathématiques à enseigner d'émerger de la situation d'enseignement. Cette réponse  $R^{\square}$  est l'*œuvre* du professeur (Margolinas & Wozniak, 2009).

#### 1. L'œuvre du professeur

Le travail d'élaboration de  $R^{\square}$  s'appuie sur l'observation, l'analyse et l'évaluation de ressources  $R^{\square}_i$  qui sont des réponses déjà présentes dans la culture. Ce sont par exemples les manuels, les guides pédagogiques, les sites Internet, les ressources produites au cours d'une formation, etc. Or ces ressources  $R^{\square}_i$  sont autant de matière à « travailler » et à « interroger », par exemple en utilisant un dictionnaire pour vérifier l'usage d'un mot dans un texte ; une calculatrice pour vérifier un calcul ; un ouvrage ou un site Internet pour vérifier ou compléter ce qui est dit dans un autre ouvrage ou sur un autre site. C'est ainsi que la mise à l'épreuve des ressources  $R^{\square}_i$  qui peuvent apparaître comme des réponses ou des bouts de réponses à la question initiale, nécessite le recours à d'autres ressources  $O_i$  qui serviront d'outils de travail. Le milieu de l'étude de la question initiale  $Q$  – *Comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ?* – est donc constitué de deux types de ressources : les réponses  $R^{\square}_1, \dots, R^{\square}_k$  déjà dans la culture scolaire et les outils mobilisés  $O_{k+1}, \dots, O_m$  pour les analyser. Le processus d'analyse des ressources  $R^{\square}_i$  grâce aux œuvres  $O_i$  est appelé *la dialectique des médias et des milieux* (Chevallard, 2011) dont l'objet est de constituer en éléments du milieu des ressources (des médias<sup>18</sup>) pour répondre à une

---

<sup>16</sup> Une inspection d'académique anime et met en œuvre la politique éducative du ministère de l'éducation nationale au sein d'un département qui est partagé en circonscriptions. C'est la fonction d'une ressource qui détermine si elle est un média ou un élément du milieu dans une situation donnée

<sup>17</sup> Fiche connaissance « Le nombre, cycle 1 » élaborée par Dominique Gourgue (consultée le 16/09/2016) : [http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf/fiche\\_connaissance\\_le\\_nombre\\_C1.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf/fiche_connaissance_le_nombre_C1.pdf)

<sup>18</sup> Un média est une ressource produite par son auteur avec une intention didactique, il véhicule le message d'un auteur, tandis que le milieu d'une situation adidactique n'a pas d'intention vis-à-vis du sujet dans cette



question donnée. Recherches documentaires, expérimentations, observations constituent alors des techniques qui permettent de mettre en œuvre cette dialectique et contribuent à constituer un milieu pour élaborer  $R^{\square}$ . C'est ce que nous allons voir à travers l'étude de deux cas<sup>19</sup>.

## 2. Construction de l'œuvre du professeur

Afin de considérer comment l'œuvre du professeur se construit je vais m'intéresser à la façon dont sont analysées et évaluées les ressources  $R^{\square}_i$  par deux professeurs des écoles qui enseignent pour la première fois dans leur niveau d'enseignement. L'une (S) effectue un stage un jour par semaine dans une classe de CE1-CE2 (enfants de 7-8 ans et de 8-9 ans) tandis que l'autre (D) enseigne en classe de CP (6-7 ans) après avoir enseigné jusque-là en maternelle<sup>20</sup>.

Elles utilisent toutes les deux un fichier qu'elles n'ont pas choisi, de deux éditeurs différents, et expriment chacune à sa façon la difficulté à trouver leur place :

« Ce fichier semble tout prendre en charge : présentation, exercices, institutionnalisation, programmation, progression, choix pédagogique. » (S)

« Très vite, j'ai éprouvé une gêne. Lors des premières séances, les élèves m'ont donné l'impression de ne pas avoir besoin de moi. » (S)

« J'ai eu du mal à rentrer dedans à cause de la contrainte de devoir faire les choses dans tel ou tel ordre » (D)

On peut voir là, l'expression d'un problème de la profession qui peut se formuler sous forme d'une question : Quel *topos* pour le professeur qui utilise un fichier ? Cette question du *topos* du professeur n'est pas spécifique à l'usage d'un fichier et on peut observer qu'elle commence à se poser avec la demande institutionnelle de plus en plus pressante à recourir au numérique.

Une condition initiale pour que le professeur mette en œuvre une dialectique des médias et des milieux est une condition de légitimité. Pour mettre à l'épreuve une œuvre inscrite dans la culture, c'est-à-dire d'une certaine manière, penser « contre » une institution, il faut se penser autorisé à le faire :

« Un tel fichier est séduisant et sécurisant car des spécialistes se proposent de nous aider dans la mise en place de notre travail [...]. Cela permet de se rassurer mais aussi de confirmer ou au contraire d'infirmer nos intentions pédagogiques. » (S).

Une fois que cette condition initiale est remplie, reste comme condition minimale l'identification des types de ressources à utiliser selon leur fonction :

« Il n'est pas toujours évident de faire des choix et avoir un support qui aide à le faire est précieux, lorsqu'on débute, nous avons besoin de modèles » (S)

Ce que ce professeur appelle « les modèles », se sont évidemment les ressources qui sont des réponses  $R^{\square}$  déjà présentes dans la culture, tandis que les « supports » qui aident à « faire des choix » sont les ressources qui vont être utilisées comme outils  $O_i$ . Pour étudier une ressource  $R^{\square}$ , les professeurs utilisent deux techniques : la reformulation (Yves Chevillard parle d'excription/inscription) et l'expérimentation :

---

situation. C'est la fonction d'une ressource qui détermine si elle est un média ou un élément du milieu dans une situation donnée. Un tableur qui fournit des données statistiques est un média s'il est utilisé pour véhiculer une information. Ce même tableur, peut-être aussi un élément du milieu pour tester une conjecture telle que « le produit de trois nombres consécutifs est un multiple de 6 » en calculant  $n(n+1)(n+2)/6$  pour un grand nombre de nombres entiers  $n$ .

<sup>19</sup> Ces études de cas ont été présentées dans Wozniak (2010).

<sup>20</sup> Les propos de (S) sont issus de son mémoire professionnel (Saint-Didier, 2007) dirigé par Viviane Durand-Guerrier. Les propos de (D) sont issus d'entretiens réalisés pour l'étude DémathÉ (Margolinas & Wozniak, 2009).

« J'ai reconstruit la progression quinzaine par quinzaine ; donc j'ai suivi ce que le livre du maître disait et j'ai reconstruit la progression à ma façon pour construire les séances et pour voir où j'allais. Je remets à ma sauce. » (D)

« J'ai besoin, moi, de tester avant, de faire, de manipuler. » (D)

Lorsque les connaissances didactiques et mathématiques font défaut, la classe est ainsi utilisée comme un milieu empirique sur lequel des savoirs d'expérience se construisent. L'expérimentation apparaît alors comme une technique d'analyse. C'est ce que font les professeurs lorsqu'ils disent qu'ils « testent » une situation d'enseignement sans savoir anticiper ses effets sur les apprentissages.

Ce que l'on constate dans les deux cas évoqués, c'est une faible ampleur de la dialectique des médias et des milieux. Les ressources présentes dans la culture sont peu interrogées ou (re)travaillées de sorte que leur usage incontrôlé peut gêner la construction des apprentissages<sup>21</sup> :

« Quand on a introduit nos cartes à points en fait, peut-être que nous on a été trop vite. En fait, je n'en sais rien mais on a devancé le fichier. Du coup on se retrouvait avec certaines, certains exercices où les enfants voyaient pas le problème, voyaient pas la difficulté parce qu'ils pouvaient résoudre avec leur système de cartes à points et ils ne voyaient plus l'intérêt » (D)

L'introduction d'une ressource  $R^{\square_2}$  (les cartes à points<sup>22</sup>) comme élément de l'œuvre du professeur  $R^{\square}$  est venue en conflit avec l'organisation mathématique globale de  $R^{\square_1}$ , le fichier des élèves et son guide pédagogique associé, qui constitue la matrice génératrice de cette œuvre. Ce défaut de vigilance épistémologique est le fruit d'une dialectique des médias et des milieux peu développée. Or cette faible ampleur de la dialectique des médias et des milieux est à regarder comme le symptôme des conditions dans lesquelles cette œuvre est construite et non comme un manquement personnel des professeurs observés. Il faut en effet, *a minima*, du temps pour réaliser ce travail :

« J'ai vite fermé parce que je me suis dit : j'arriverai pas au bout si je prends dans tous les sens, donc c'est vrai que moi, cette année j'ai beaucoup travaillé avec le fichier [...] plus les cartes à points. Donc j'ai vu un peu ce que j'avais sur *Éducation enfantine*, sur Internet, j'ai trouvé un site où on en parlait un peu, où il y avait des renvois, des références. Donc j'ai été un peu fouiller là-dessus mais sinon, non. Je n'ai pas plus fouillé que ça quoi. » (D)

Mais il faut aussi des connaissances mathématiques et didactiques que les professeurs n'ont pas nécessairement :

« Je n'ai pas honte de dire que j'ai compris plein de trucs. J'ai compris plein de choses que je n'avais pas comprises. En particulier en numération [...]. » (D)

« Et après, quand je ne comprenais pas de demander à ma collègue, qui, elle, est plus scientifique. Et on a vraiment, on a vraiment échangé là-dessus ... » (D)

Une fois ressenti, ce besoin de connaissances est alors comblé par le recours aux collègues et à la classe, ce que certains appellent « le terrain » :

« Est-ce que tu veux qu'on essaie de se servir de ça ? [...] Je sentais que cela pouvait être intéressant mais je ne savais pas très bien pourquoi » (D)

---

<sup>21</sup> Les « cartes à points » sont des cartes rectangulaires de 1 à 10 points rangés sur 2 lignes dans l'ordre de haut en bas. Le 4 est représenté par 2 lignes de 2 points tandis que le 7 est représenté par une ligne de 4 points et une ligne de 3 points.

<sup>22</sup> L'introduction des cartes à points que (D) utilisait lorsqu'elle enseignait en école maternelle peut être regardée comme un effet du rapport personnel de (D) à l'enseignement des mathématiques et notamment la place qu'elle accorde aux dispositifs matériels dans la construction des apprentissages. Ce rapport se nourrit largement d'une *doxa* chez les professeurs des écoles pour qui la manipulation aide aux apprentissages.

La classe est bien vécue comme un milieu empirique pour mesurer le degré de pertinence de la ressource utilisée. Tester une situation quand on ne sait pas anticiper ses effets sur les apprentissages devient un geste professionnel comme un autre. De là vient sans doute un élément de compréhension de la hiérarchisation des assujettissements des professeurs : le pouvoir du « terrain » né de ce qu'il possède une certaine efficacité. Il permet d'apporter une réponse lorsque les savoirs professionnels font défaut tout en valorisant « l'expérience professionnelle ». Ceci explique pour une part le succès des sites et blogs d'enseignants lorsque les professeurs ont à élaborer leur enseignement. Faute de connaître un autre mode de validation, la validation du terrain apparaît comme un *optimum*.

### 3. Créer les conditions du développement professionnel

Tout chercheur concepteur d'ingénieries didactiques a vécu ce moment de désappointement né du constat que les professeurs expérimentateurs ne reprenaient pas ces ingénieries une fois le temps de la recherche passé. L'explication est pourtant simple : l'ingénierie didactique conçue *pour* et *par* la recherche est le plus souvent une réponse à une question que les professeurs ne se posent pas, ou en tous cas, pas dans les mêmes termes. La conception des ingénieries didactiques est un outil au service de la recherche, elle est une *phénoménoteknique* au sens de Bachelard (1934, p.13) pour qui « la science s'instruit de ce qu'elle a construit ». Elle est un moyen, non une fin. Cette confusion née sans doute d'un malentendu sur ce que peut apporter la recherche en didactique :

« La didactique ne consiste pas à donner un modèle pour l'enseignement, mais à produire un champ de questions qui permette la mise à l'épreuve de n'importe quelle situation d'enseignement et qui permette de corriger et d'améliorer celles que l'on a produites, de poser des questions sur ce qui se passe. » (Brousseau, 1988, p. 16)

Tout formateur a de son côté constaté qu'il ne suffit pas de proposer des situations d'enseignement « clé en main » pour que les professeurs les adoptent et les mettent en œuvre telles qu'elles ont été conçues. En s'emparant de ces situations, ils les modifient et les transforment, trop souvent en affaiblissant leur intérêt didactique. La raison principale est la situation du professeur elle-même, c'est-à-dire les conditions et les contraintes dans lesquelles il exerce son métier et qui le conduisent à agir comme il le fait. Par exemple, l'insuffisance des connaissances didactiques des professeurs qui les conduit à utiliser la classe comme milieu empirique pour valider une ressource sont d'abord le fait de l'insuffisance de leur formation didactique !

Puisque la construction de l'œuvre du professeur se fonde sur un travail de développement, il apparaît qu'un enjeu de la formation est de créer les conditions pour que les professeurs apprennent à construire leur œuvre. Ce qui ne peut se réaliser qu'en s'appuyant sur leurs questions professionnelles comme, par exemple : comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ?, Comment dépasser les contraintes chronogénétiques sans en rabattre sur la topogénèse et la mésogénèse ?, Comment augmenter le *topos* des élèves ?

La formation des professeurs pourrait alors se fonder sur ce que Yves Chevallard (2011) appelle des *parcours d'étude et de recherche* générés par des systèmes didactiques  $S(X ; Y ; Q)$  où les élèves-professeurs  $X$ , étudieraient une question professionnelle  $Q$ , avec comme aide à l'étude le(s) professeur-formateur(s)  $Y$ . L'étude d'une telle question  $Q$  consistant à produire une praxéologie  $R^\square$  : à la fois des gestes professionnels - c'est-à-dire des tâches et des techniques pour les réaliser - et des éléments de langage qui permettent de décrire, justifier, développer ces gestes. Le problème des élèves-professeurs serait alors de déterminer comment étudier  $Q$  tandis que celui de(s) professeur-formateur(s)  $Y$  serait d'envisager comment aider  $X$  à étudier  $Q$ . Un parcours d'étude et de recherche repose sur la mise en œuvre d'une dialectique des médias et des milieux et se formalise par la formule :

$$[S(X ; Y ; Q) \square \{ R^{\diamond_1}, R^{\diamond_2}, \dots, R^{\diamond_n}, O_{n+1}, \dots, O_m \}] \square R^\square.$$

Dans un tel parcours s'opère un transfert de responsabilité vers les élèves-professeurs fondé sur trois conditions relatives successivement à la la topogénèse, la mésogénèse et la chronogénèse : la classe se

constitue en communauté d'étude ; le milieu est construit conjointement et le temps didactique s'allonge. Dans un tel parcours, l'étude peut se modéliser comme un entrelacement de cinq étapes (Chevallard, 2002) :

- Observer les réponses  $R_i$  déjà inscrites dans la culture (manuels, guides pédagogiques, sites Internet et blogs, revues, etc.) ;
- 1..1 Analyser et évaluer les réponses  $R_i$  (recherches documentaires, expérimentations, observations selon la dialectique des médias et des milieux) ;
- 2..1 Développer la réponse  $R_i$  ;
- 3..1 Expliciter et défendre la réponse  $R_i$  (sur la base de l'analyse a posteriori de la mise à l'épreuve dans la classe).

Cette modélisation de l'étude d'une question permet de décrire le dispositif des *lessons studies* nées au Japon (Miyakawa & Winslow, 2009) et expérimentées aux États-Unis (Lewis & Hurd, 2011) ou plus récemment en Suisse (Clivaz, 2015). Dans ces dispositifs, un groupe de professeurs se réunit pour élaborer ensemble une situation d'enseignement. Le point de départ est une difficulté repérée par le groupe et l'identification claire de l'intérêt de l'étude de ce sujet pour l'apprentissage des élèves. La seconde étape du dispositif a pour but de concevoir collectivement une situation d'enseignement sur la base d'une étude du curriculum et d'une recherche documentaire. Dans un troisième temps cette situation est expérimentée par un des membres du groupe tandis que les autres professeurs observent et collectent des données. La dernière étape consiste alors à faire une analyse de l'expérimentation afin d'en « tirer les leçons » sous la forme d'un document. De nouvelles questions peuvent alors émerger qui vont constituer un nouveau cycle. Dans de tels dispositifs le processus de production collective d'une situation d'enseignement constitue le moteur du développement professionnel.

#### 4. Quel rôle pour le formateur ?

Une formation qui repose sur le développement de réponses à des questions professionnelles se fonde sur le postulat qu'un professeur est un concepteur de situations d'enseignement plutôt qu'un simple utilisateur de ressources. La production de situations d'enseignement est un moyen pour donner du « sens » aux apprentissages didactiques selon un abord fonctionnel. Ceci permet aux élèves-professeurs d'identifier quels savoirs didactiques permettent de résoudre quels types de problèmes professionnels. Ce faisant, l'objectif du formateur est d'enseigner à résoudre un problème et non d'enseigner sa solution. C'est ainsi que je pourrais paraphraser Cédric Villani, en remplaçant par « didactique » là où il écrit « mathématiques » :

« Il y a cette spécificité en mathématiques, en tout cas dans la conception que j'en ai, où le premier objectif – je n'ai pas dit le seul – du cours de mathématiques, c'est de développer la méthode plutôt que l'objet. » (Cartier, Dhombres, Heinzmann & Villani, 2012, p. 82)

Les ressources à diffuser en formation sont alors les praxéologies didactiques comme savoirs professionnels. En ce sens, prendre au sérieux les besoins de connaissances didactiques, c'est assumer que les savoirs didactiques sont des savoirs à enseigner et que le formateur d'enseignants est un enseignant comme un autre. Or tout processus d'enseignement-apprentissage repose sur la dévolution et l'institutionnalisation, sur d'une part l'identification des raisons d'être du savoir à enseigner et de ses questions génératrices et d'autre part sur la reconnaissance, la légitimation, la formulation, la validation et la généralisation qui fait sortir du contingent les connaissances construites en situation pour les instituer en savoir. Il s'agit alors de ne pas se focaliser sur les contextes particuliers des questions ponctuelles que le professeur rencontre ou rencontrera mais d'extraire des questions ponctuelles étudiées des contenus didactiques généraux afin de les rendre disponibles pour tout un type de problèmes.

Former seulement à l'enseignement d'un objet de savoir particulier, c'est prendre le risque que le professeur ne sache qu'enseigner cet objet de savoir. Aussi, l'enjeu de la formation devrait être le processus d'étude des conditions de l'enseignement puisqu'inexorablement les curriculums évoluent. La

formation devrait ainsi permettre de dépasser les difficultés nées des changements curriculaires lorsque certaines praxéologies enseignées deviennent obsolètes ou que sont introduits de nouveaux savoirs<sup>23</sup>. Dans une formation qui viserait à créer les conditions du développement professionnel deux aspects seraient à considérer : l'étude des problèmes de la profession et l'étude de la méthode de production des situations d'enseignement. Il devrait donc y avoir dans la formation des professeurs deux composantes : l'une spécifique à une praxéologie, l'autre générique sur les conditions de l'enseignement. Les conférences de Jean-François Chesné (2017) et Laurent Theis (2017) relèvent de chacune de ces deux composantes et illustrent dans le même temps comment ces deux composantes se nourrissent dialectiquement.

---

## IV - CONCLUSION

---

Je viens de présenter des recherches en didactique des mathématiques qui permettent de comprendre les changements qui s'opèrent au sein de l'école et de porter un regard distancié sur la formation des enseignants. Cependant, il y a une réalité que je ne peux ignorer devant cette assemblée de formateurs. Aussi, en guise de conclusion je reviendrai sur la situation dramatique dans laquelle se trouve la formation initiale des professeurs des écoles aujourd'hui en considérant la place effective de la didactique dans cette formation. Pour devenir professeur des écoles, les étudiants passent un concours faits d'épreuves écrites et orales. Depuis 10 ans, le concours a connu quatre changements dont je résume ici la place des mathématiques et de la didactique des mathématiques dans ce concours :

### **Avant 2007 : une épreuve écrite en trois parties**

Exercices de mathématiques : 8/20

Analyse de travaux d'élèves : 4/20

Analyse didactique d'une démarche : 8/20

### **2007 - 2010 : une épreuve écrite**

Exercices de mathématiques : 12/20

Questions complémentaires (analyse de travaux d'élèves ou analyse didactique) : 8/20

### **2011 - 2014 : une épreuve écrite + épreuve orale**

Partie I (exercices de mathématiques) : 12/20 et Partie II (sciences) : 8/20

Conception d'une séance/séquence : 12/20 et interrogation (arts, musique, EPS) : 8/20

### **Depuis 2014 : une épreuve écrite en trois parties<sup>24</sup>**

Problème de mathématiques : 13/40

Exercices de mathématiques : 13/40

Questions didactiques : 14/40

Je ne m'étendrai pas sur l'évolution du contenu même des questions de didactique dont l'indigence ces dernières années pourrait laisser penser qu'il n'est pas utile d'apprendre de la didactique pour devenir enseignant. Un constat chiffré montre que si 60 % de la note de l'épreuve écrite de mathématiques portait sur des savoirs didactiques en 2007, aujourd'hui ce pourcentage est tombé à 35 %. On pourrait espérer que cette baisse d'exigence au concours est compensée par une amélioration de la formation une fois le concours réussi. Hélas, il n'en est rien. Le concours en poche, le futur professeur des écoles

---

<sup>23</sup> Ce principe n'est rien d'autre qu'une mise en pratique du proverbe : « *Si tu donnes un poisson à un homme, il mangera un jour. Si tu lui apprends à pêcher, il mangera toujours.* »

<sup>24</sup> D'après les textes officiels, la deuxième partie peut contenir une analyse de travaux d'élèves. Dans les faits, cela ne s'est jamais produit. On peut seulement signaler dans le sujet du groupement académique 2 de l'année 2014 la présence d'un exercice qui demandait aux candidats de produire trois procédures pour résoudre un problème de CM2 sur la division euclidienne (combien de fleurs à 5 pétales ont été effeuillées si on a effeuillé 83 pétales ?) mais aucune analyse de production d'élèves.



stagiaire doit durant la même année assurer la moitié du temps d'enseignement d'un enseignant titulaire et suivre une année de formation dans une école supérieure du professorat et de l'enseignement. Cette formation constitue la deuxième année de master MEEF ou s'il possède déjà un master (de n'importe quelle spécialité) d'un diplôme universitaire. La figure 1 donne le plan de formation de la deuxième année de master MEEF à l'université de Strasbourg<sup>25</sup> où j'enseignais cette année 2015-2016.

**SEMESTRE 3 cursus « étudiants fonctionnaires stagiaires »**

ECST	Intitulé de l'UE	CM	CI	TD	TP	stage
9	UE 3.1. Contexte d'exercice du métier 1 : vivre ensemble et conditions d'un climat scolaire serein	20		44		
3	UE 3.2. Contexte d'exercice du métier 2 : comprendre et prendre en compte la diversité des élèves	20				
15	UE 3.31. Mise en situation professionnelle : exercice en responsabilité et dispositifs d'accompagnements			68		250
3	UE 3.4. Initiation à la recherche – projet de mémoire			28		
30	<b>Totaux du semestre</b>	40		140		250

**SEMESTRE 4 cursus « étudiants fonctionnaires stagiaires »**

ECST	Intitulé de l'UE	CM	CI	TD	TP	stage
3	UE 4.1. Formations disciplinaires et didactiques : Langues vivantes étrangères			24		
6	UE 4.21. Contexte d'exercice du métier : interdisciplinarité et pédagogie de projet	2		34		
12	UE 4.31. Mise en situation professionnelle : exercice en responsabilité et dispositifs d'accompagnements			50		250
9	UE 4.4. Initiation à la recherche – projet de mémoire			24		
30	<b>Totaux du semestre</b>	2		132		250
60	<b>Totaux de l'année</b>	42		272		500

Figure 1- Plan de formation deuxième année master MEEF professeurs des écoles, université de Strasbourg, ESPE de l'académie de Strasbourg, année 2015-2016.

<sup>25</sup> Les abréviations CM, CI, TD, TP signifient respectivement cours magistral, cours intégré, travaux dirigés et travaux pratiques. Les nombres correspondent aux heures d'enseignement. Ainsi sur l'année, la formation se décompose en 42 heures de cours magistraux, 272 heures de travaux dirigés et 500 heures de stage.



L'enseignement de didactique des mathématiques intervient dans les unités d'enseignement 3.31 et 4.31 (voir figure 2).

Matière	CM :	CI :	TD :	TP :
Matière 1 : Préparation à la prise de fonction			14	
Matière 2 : accompagnement de stage			24	
Matière 3 : approfondissement didactiques			30	
Autre (stage, préparation d'un rapport ou d'une présentation orale, etc.) : mi-temps hebdomadaire				

Matière	CM :	CI :	TD :	TP :
Préparation et retour de stage			20	
Approfondissements didactiques			30	
Autre (stage, préparation d'un rapport ou d'une présentation orale, etc.) : mi-temps hebdomadaire				

Figure 2- Contenus UE 3.31 et 4.31.

Au premier semestre, l'enseignement des mathématiques dans le cycle où les étudiants effectuent leur stage est abordé durant 6 heures tandis qu'au second semestre durant également 6 heures sont abordés les deux autres cycles<sup>26</sup>. Dans ce master, la didactique des mathématiques peut aussi être présente dans l'unité d'enseignement 4.31 relative à la pédagogie de projet. Pour cette année 2015-2016, deux projets sur les 17 proposés contenaient une part de mathématiques.

Je ne commenterai pas davantage l'état de la formation des professeurs des écoles en France et préfère renvoyer par exemple à la conférence de Laurent Theis qui montre qu'un autre monde est possible.

En attendant des jours meilleurs et en me basant sur le postulat qu'un adossement de la formation des professeurs à la recherche est indispensable pour répondre aux attentes et aux besoins de l'École, je conclurai en faisant une proposition à la COPIRELEM. J'ai développé l'idée au cours de cette conférence que l'enjeu de la profession est de créer les conditions du développement professionnel à travers l'étude des problèmes de la profession. Il me semble que la COPIRELEM du fait de la diversité de ses membres pourrait être un lieu institutionnel adapté pour héberger des collectifs chercheurs-formateurs-enseignants qui se donneraient pour objectif d'identifier les problèmes de la profession et de déterminer les outils (praxéologies didactiques, ressources, etc.) pour travailler ces problèmes.

Cette proposition à travailler collectivement à l'identification des problèmes de la profession répond autant à une nécessité qu'à une volonté de garder espoir. Si j'ai choisi de citer la définition du courage que donne Jean Jaurès dans son discours à la jeunesse au lycée d'Albi en 1903 (p. 70) comme titre de cette conférence, c'est parce que la dégradation de la formation des professeurs produit inéluctablement une dégradation de l'École. En faisant ce choix, je souhaite opposer au pessimisme que produisent les analyses, l'irréductible force de la volonté puisque, comme disait Jean Jaurès (1903, p. 61) « L'histoire enseigne aux hommes la difficulté des grandes tâches et la lenteur des accomplissements, mais elle justifie l'invincible espoir. »

## V - BIBLIOGRAPHIE

BACHELARD, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : Vrin. Éd. Consultée 1968.

BÉZOUT, É. (1821). *Traité d'arithmétique à l'usage de la marine et de l'artillerie*. Paris : Librairie pour les sciences. 9<sup>e</sup> édition. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k201342q/f2.item>

<sup>26</sup> L'école primaire est organisée en trois cycles : le cycle 1 en école maternelle (PS, MS, GS, enfants de 3 à 6 ans), le cycle 2 correspondant aux 3 premières années de l'école élémentaire (CP, CE1, CE2) et le cycle 3 correspondant aux 2 dernières années de l'école élémentaire et la première année du collège (CM1, CM2, 6<sup>e</sup>).

- BKOUCHE, R., CHARLOT, B & ROUCHE, N (1991). *Faire des mathématiques : le plaisir du sens*. Paris : Armand Colin.
- BROUSSEAU, G. (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'association mathématique du Québec*, n°2, 14-24.
- CARTIER, P., DHOMBRES, J., HEINZMANN, G. & VILLANI, C. (2012). *Mathématiques en liberté*. Lassay-les-Châteaux : La ville brûle.
- CHESNÉ, J.-F. (2017). Le calcul mental : une entrée pour la formation des enseignants au cycle 3 ? à quelles conditions ? Avec quelles perspectives ?, in *Actes du XXXIIIème colloque de la COPIRELEM, le Puy-en-Velay*.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-265.
- CHEVALLARD, Y. (2002). Les TPE comme problème didactique, In T. Assude, & B. Grugeon Allys (Eds.), *Actes du Séminaire national de didactique des mathématiques 2001*, (pp. 177-188), Paris, IREM de Paris 7 et ARDM.
- CHEVALLARD, Y. (2011). La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et élément de réponse à partir de la TAD. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck, & F. Wozniak (Eds), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 81-108). Grenoble : La pensée sauvage.
- CLIVAZ, S. (2015). Les Lesson Study ? Kesako ? *Math-Ecole*, 224, 23-26.
- DUBET, F., DURU-BELLAT, M. & VÉRÉTOU, A. (2010). *Les sociétés et leur école*. Paris : Seuil.
- DURKHEIM, É. (1922). *Éducation et sociologie*. (9<sup>e</sup> édition, 2005). Paris : PUF, quadrige.
- FREYD, F. & JILLI, M. (2016). *L'énumération au cycle 1*. Mémoire MEEF, ESPE de l'académie de Strasbourg, Université de Strasbourg.
- Jaurès, J. (1903). Discours à la jeunesse au lycée d'Albi, 31 juillet 1903. In Jaurès, J. (2014). *Les plus beaux discours*. « Que votre vie soit vivante, sereine et pleine ». Libro.
- LEWIS, C. & HURD, J. (2011). *Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction*. Portsmouth: Heinemann.
- MARGOLINAS, C. & WOZNIAC, F. (2009). Usage des manuels dans le travail de l'enseignant : l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. xxxv, n°2, 82-104.
- MIYAKAWA, T. & WINSLOW, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : étude collective d'une leçon. *Éducation et Didactique*, 3(1), 77-90.
- REYNAUD, A. A. L. (1810). *Éléments d'algèbre précédés de l'introduction à l'algèbre*. 3<sup>e</sup> édition. Paris : Courcier.
- [https://books.google.fr/books?id=opbcJBhF\\_ikC&printsec=frontcover&dq=Reynaud,+1810&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewjlydSBpYfOAhVIIsAKHTr3AWIQ6AEIHjAA#v=onepage&q=Reynaud%2C%201810&f=false](https://books.google.fr/books?id=opbcJBhF_ikC&printsec=frontcover&dq=Reynaud,+1810&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewjlydSBpYfOAhVIIsAKHTr3AWIQ6AEIHjAA#v=onepage&q=Reynaud%2C%201810&f=false)
- SAINT-DIDIER, C. (2007). *Utilisation d'un fichier mathématique*. Mémoire professionnel. IUFM de l'académie de Lyon.
- THEIS, L. (2017). Quelle articulation entre pratique enseignante et formation ? un regard extérieur à partir du québec. , in *Actes du XXXIIIème colloque de la COPIRELEM, le Puy-en-Velay*.

WOZNIAK, F. (2010). Transposition didactique interne et dialectique des médias et des milieux. In A. Bronner, M. Larguier, M. Artaud, M. Bosch, Y. Chevallard, G. Cirade, & C. Ladage (Éds.), *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d'action*. (pp. 859-878). Montpellier : IUFM de l'académie de Montpellier.

# LE CALCUL MENTAL : UNE ENTRÉE POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS AU CYCLE 3 ? À QUELLES CONDITIONS ? AVEC QUELLES PERSPECTIVES ?

**Jean-François CHESNÉ**

Directeur scientifique du Cnesco

Membre associé du LDAR

jean-francois.chesne@education.gouv.fr

## Résumé

La connaissance des nombres et la place du calcul sont affirmées dans les nouveaux programmes de l'école primaire et du collège. Au-delà d'une visée d'acquisition de faits numériques, le calcul mental y apparaît comme un des axes principaux pour favoriser chez les élèves la connaissance des nombres et la disponibilité des propriétés des opérations. En mettant en regard ces aspects institutionnels avec des résultats de la recherche sur le calcul mental, sur les pratiques des enseignants et sur leur formation, ce texte vise à expliciter en quoi le calcul mental peut constituer une composante favorable dans l'apprentissage des élèves au cycle 3, mais aussi une entrée en formation continue des enseignants et un axe de leur développement professionnel.

*"The evidence is clear that teaching is one of the most important school-related factors in student achievement, and that improving teacher effectiveness can raise overall student achievement levels." (Darling-Hammond & Rothman, 2011)*

La mise en regard des résultats de recherches sur l'apprentissage des élèves d'une part et sur l'enseignement des mathématiques et les pratiques ordinaires des enseignants dans leur classe d'autre part, est depuis longtemps au cœur de ma réflexion et, avec les inférences associées sur les formations. Cette mise en regard imbrique cinq questions au moins :

- Que « savent vraiment » les élèves en mathématiques ?
- En quoi et pourquoi le calcul mental peut-il intervenir dans l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques ?
- Quel format, spatial et temporel, d'une action de formation continue est susceptible de contribuer favorablement au développement professionnel des enseignants, individuel et collectif ?
- Qu'est-ce qui peut se jouer dans le déroulement d'une formation d'enseignants et est-il possible d'identifier des « facteurs clés d'efficacité » ?
- Et enfin, une question qui est moins d'actualité dans l'agenda institutionnel, mais qui n'en demeure pas moins un objet de recherche : Les évaluations standardisées (nationales ou internationales) peuvent-elles être à la fois productrices d'informations, et outils potentiels de formation des enseignants ? Et si oui, pourquoi, sur quelles dimensions et dans quelle mesure ?

Cette réflexion engage plusieurs entrées, plus ou moins générales, plusieurs temporalités et plusieurs postures – celle de formateur concepteur, de formateur acteur, de chercheur, de décideur... Le texte ci-dessous s'efforce de montrer en quoi, du point de vue du chercheur, le calcul mental peut constituer une composante favorable dans l'apprentissage des élèves au cycle 3, mais aussi une entrée favorable pour le

développement professionnel correspondant des enseignants. Et pour cela, en m'appuyant sur les nouveaux programmes de mathématiques, je pars de trois des cinq questions précédentes :

- Quels sont les acquis des élèves dans le domaine des nombres et du calcul à la charnière école/collège ?
- Quelle peut être la place du calcul mental comme élément d'apprentissage et d'enseignement des mathématiques ?
- Quels « facteurs clés d'efficacité » peut-on identifier pour une formation d'enseignants? Et en quoi le calcul mental peut-il être considéré comme un de ces facteurs ?

Pour répondre à ces questions, je m'appuierai sur des recommandations du jury de la conférence sur la numération<sup>27</sup> que le Conseil national d'évaluation du système scolaire (Cnesco) a organisée en partenariat avec l'Ifé/ENS de Lyon en novembre 2016 à Paris. Je m'appuierai également sur les résultats d'un dispositif expérimental d'une formation d'enseignants de 6<sup>e</sup> centrée sur le calcul mental, que j'ai conçu et expérimenté entre 2010 et 2012 (PACEM : Projet pour l'acquisition de compétences par les élèves en mathématiques). Je m'appuie enfin sur un certain nombre d'évaluations standardisées.

---

## **I - LES ACQUIS DES ÉLÈVES DANS LE DOMAINE DES NOMBRES ET DU CALCUL À LA CHARNIÈRE ÉCOLE/COLLÈGE**

---

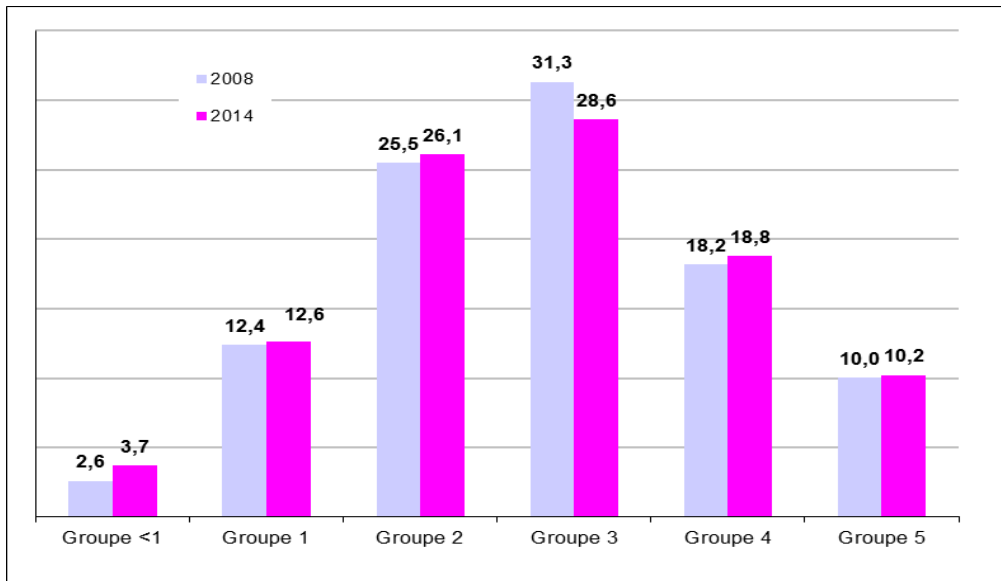
La situation préoccupante des acquis des élèves en mathématiques, à l'origine de la conférence de consensus sur la numération organisée par le Cnesco et par l'Ifé/ENS de Lyon les 12 et 13 novembre au lycée Buffon à Paris, est révélée depuis plusieurs années par des résultats convergents d'évaluations nationales et internationales.

### **1. Des résultats globaux alarmants au regard des enjeux de la scolarité obligatoire à partir d'enquêtes standardisées**

Au niveau national, l'enquête CEDRE 2014 en fin de CM2, estime, tout comme en 2008, qu'environ 40 % des élèves sont en difficulté en fin d'école primaire, et à peine 30 % en situation de réussite. Les disparités augmentent entre 2008 et 2014 : en fonction de l'origine sociale d'abord (le nombre d'élèves en grande difficulté augmente dans les écoles en éducation prioritaire et de façon plus générale, les scores des écoles socialement défavorisées baissent), mais aussi entre les filles et les garçons (les filles sont plus nombreuses dans les groupes faibles et moins nombreuses dans les groupes forts).

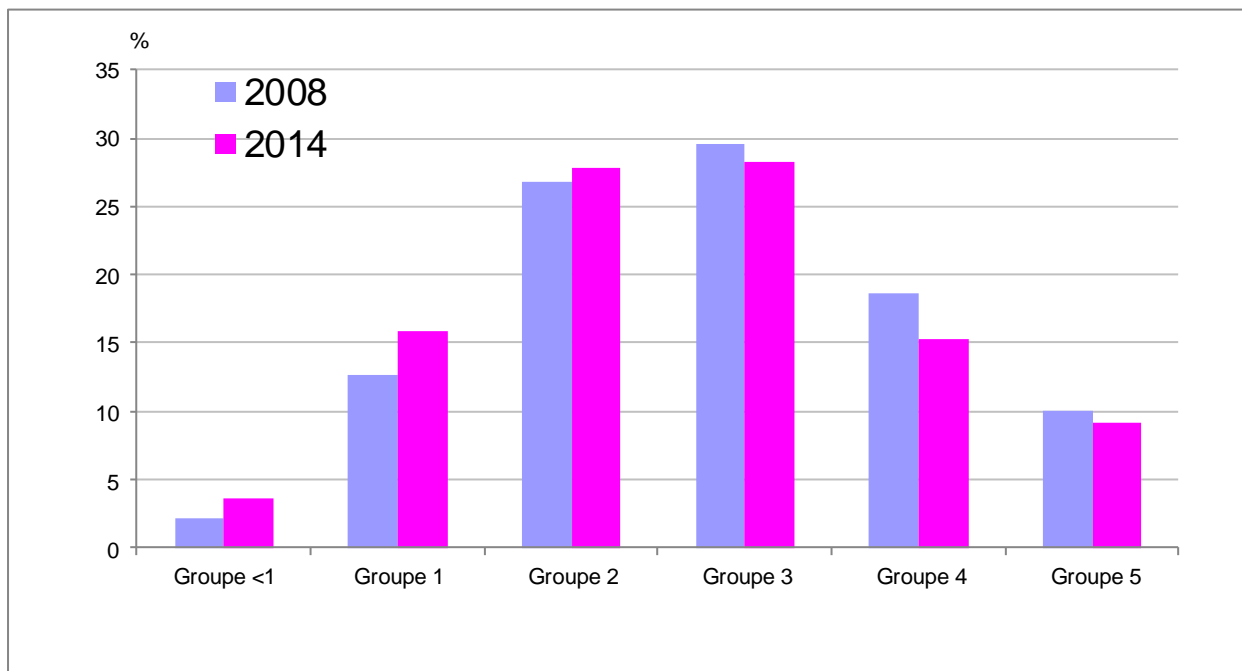
---

<sup>27</sup> Le texte intégral des recommandations est disponible sur le site du Cnesco : <http://www.cnesco.fr/fr/conference-de-consensus-numeration/>



Source : Depp – MENESR. Note d'information N°18-Mai 2015

L'enquête CEDRE 2014, mais cette fois en fin de collège, estime que presque un élève sur deux est en difficulté, ce qui traduit une augmentation depuis 2008, avec parallèlement une baisse du nombre d'élèves en situation de réussite, et suggère donc fortement que les écarts qui existent en fin d'école se creusent encore au collège.



Source : Depp – MENESR. Note d'information N°19 -Mai 2015

Au niveau international, PISA 2012 estime que presque un quart des élèves de 15 ans en France ont un niveau très bas en mathématiques, et que cette proportion d'élèves a augmenté depuis 2003. Plus alarmant, la France est désormais le pays participant à l'enquête où la performance scolaire est le plus fortement marquée par le niveau socio-économique et culturel des familles.



## 2. Des difficultés des élèves bien identifiées

Pour aller au-delà de ces constats globaux, j'ai étudié de façon quasi exhaustive, sur 25 années, les taux de réussite à des familles d'items des évaluations standardisées nationales en fin d'école primaire<sup>28</sup> ou en début de 6<sup>e</sup> au regard de ce qui était attendu dans les programmes scolaires, dans le domaine des nombres et du calcul. J'ai cherché à repérer quelles familles d'items (ou quels types de tâches) sont bien réussies par les élèves, de façon récurrente, ce qui laisse penser que les notions correspondantes sont acquises. A l'opposé, j'ai cherché à identifier quelles familles d'items sont peu ou très peu réussies, ce qui suggère au contraire un apprentissage en cours ou des difficultés d'apprentissage. Il s'avère que les familles d'items qui sont problématiques (c'est-à-dire qui comportent un nombre suffisant de tâches, qui ont été évaluées sur plusieurs années et qui ne sont pas réussies) portent sur la connaissance des tables de multiplication, celle des « grands nombres », celle des nombres décimaux ainsi que sur le calcul mental et posé. J'ai également utilisé les résultats de l'évaluation à l'entrée en 6<sup>e</sup> de l'expérimentation PACEM (que j'évoquerai plus loin), qui confirment sur des données plus récentes ces « points d'alerte » identifiés à partir de résultats antérieurs (Chesné, 2014).

## 3. Connaissance des tables d'addition et de multiplication

Si les taux de réussite sont élevés pour les tables d'addition<sup>29</sup> (90 % en CE2 et 95 % en 6<sup>e</sup>), pour les tables de multiplication, on observe en revanche une maîtrise fragile des tables de multiplication (notamment des tables de 7 et de 8 : environ la moitié des élèves répondent correctement à « Dans 56 combien de fois 8 ? ») avec des répercussions vraisemblables dans les multiplications et les divisions posées, dans l'estimation de l'ordre de grandeur d'un résultat (et sans doute ensuite dans le travail sur les fractions et en algèbre).

## 4. Les grands nombres

Les « grands nombres » sont ici des nombres entiers auxquels les élèves ne peuvent plus associer une représentation concrète (une collection d'objets), et donc pour lesquels ils sont obligés de faire confiance à la représentation symbolique chiffrée (comme ils seront obligés de le faire plus tard pour les nombres décimaux avec plus de deux chiffres dans la partie décimale ou avec les fractions non élémentaires). Les évaluations nationales menées de 2005 à 2008 montrent ainsi qu'au moins 90 % des élèves, en éducation prioritaire comme hors éducation prioritaire, savent écrire un nombre entier inférieur à 1 000 à leur entrée au CE2. Ce taux est identique à l'entrée en 6<sup>e</sup> pour un nombre entier inférieur à 10 000. Mais il passe à 70 % dès qu'on dépasse 10 000, et à 60 % pour les élèves d'éducation prioritaire.

## 5. Les nombres décimaux

Concernant les nombres décimaux, la recherche en didactique, nationale et internationale, a depuis longtemps identifié des passages délicats dans l'apprentissage des élèves. En France, plus d'un élève sur deux qui sort de l'école primaire ne réussit pas à passer de l'écriture décimale d'un nombre décimal, à une écriture fractionnaire et vice-versa. Ainsi, d'après les évaluations nationales en début de 6<sup>e</sup>, le passage de 80,4 à 804/10 est seulement réussi par 49 % des élèves ; l'association de  $\frac{1}{4}$  et de 0,25 n'est

<sup>28</sup> Une partie de ces travaux ont été repris dans un rapport du Cnesco et complétés par Jean-Paul Fischer : <http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/11/Acquis-des-%C3%A9l%C3%A8ves.pdf>

<sup>29</sup> A noter que les taux élevés pour les tables d'addition ne traduisent pas forcément une disponibilité des connaissances, au sens d'Aline Robert (1998), de connaissances sur les nombres et les opérations.

effectuée que par 27 % des élèves (et par 15 % des élèves en éducation prioritaire), et, ce qui est plus inquiétant, c'est que  $\frac{1}{4}$  est associé à 1,4 pour plus d'un élève sur deux. D'autres difficultés apparaissent sur les décimaux, toutes liées à la compréhension de l'écriture décimale d'un nombre décimal : la comparaison de deux nombres comme 150,65 et 150,7 ; la difficulté pour les élèves à concevoir qu'il existe des nombres décimaux entre deux autres et à pouvoir en exhiber au moins un (par exemple entre 82,5 et 82,6) ou encore à produire l'encadrement d'un nombre décimal par deux nombres entiers consécutifs.

La multiplication par 10, 100, 1 000 n'est pas une difficulté pour les élèves quand il s'agit d'un nombre entier, grâce à la procédure qui permet de donner un résultat correct en ajoutant des zéros à droite ; les taux de réussite aux items correspondants sont alors supérieurs à 90 %. En revanche, multiplier par 10, 100, 1 000 des nombres décimaux (non entiers) comme dans  $35,2 \times 100$  est une difficulté pour environ la moitié des élèves, avec une tendance à la baisse des taux de réussite au cours des deux dernières décennies. A noter que les écarts des résultats éducation prioritaire/ hors éducation prioritaire sur ce type de tâches sont plus marqués qu'en moyenne (sur l'ensemble des items).

## 6. Le calcul mental

Les taux de réussite (TR) aux tâches de calcul mental sont peu élevés, voire très peu élevés comme le montrent les exemples suivants.

- Addition et soustraction des décimaux :
  - $1,7 + 2,3$  TR = 61 % (Evaluation nationale 6<sup>e</sup> 2003)
  - $5,2 + 13 + 2,8$  TR = 41,2 % (PACEM 2011, début de 6<sup>e</sup>)
  - $38 - 1,5$  TR = 29,8% (PACEM 2011, début de 6<sup>e</sup>)
- Multiplication des décimaux:
  - **3 fois 0,5** TR = 44 % (Evaluation nationale 6<sup>e</sup> 2003)
  - $62 \times 0,5$  TR = 17,5 % (PACEM 2011, début de 6<sup>e</sup>)

Une des difficultés d'interprétation de ces taux est le non accès aux procédures des élèves, on ne sait pas en particulier si les élèves qui réussissent font un « vrai » calcul mental ou s'ils « posent mentalement un calcul écrit ». Cette stratégie de « calcul posé mental » trouve ses limites quand le temps de réponse est court ou/et que les nombres en jeu ne s'y prêtent plus comme par exemple pour ajouter 9,99 ou multiplier par 99.

## 7. Le calcul posé

Concernant le calcul posé, les évaluations en fin de CM2 à 20 ans d'intervalle ont montré que la performance des élèves aux techniques opératoires posées a considérablement baissé en deux décennies. Ainsi, de 1987 à 2007, l'addition  $19\ 786 + 215 + 3\ 291$  a vu son pourcentage de réponses correctes baisser de 94 % à 83 % et la multiplication  $247 \times 36$  de 84 % à 68 %. Cette baisse des performances se retrouve pour les calculs posés avec des nombres décimaux. Par exemple, la soustraction posée  $4700 - 2789,7$  a été réussie par 71,7 % des élèves en 1987 et seulement par 49,5 % en 2007.

## 8. Bilan intermédiaire

Les résultats observés sur les nombres décimaux confirment des difficultés d'apprentissage pour une part importante des élèves. Les résultats très mitigés observés en calcul mental et en calcul posé interrogent des pratiques, mais aussi des enjeux d'enseignement, comme par exemple la place, l'utilité et les conséquences de l'enseignement des techniques opératoires, ou encore la disponibilité des tables de multiplication. Clairement des élèves se présentent à l'entrée au collège en grande ou très grande difficulté, et mon hypothèse en tant que chercheur est que d'autres élèves s'y présentent comme des « experts apparents », pouvant réussir certaines tâches mais pas d'autres, car ils n'ont pas ou ils ont très peu de connaissances conceptuelles associées. Par exemple, ajouter des zéros dans la partie décimale de deux nombres décimaux afin d'avoir le même nombre de chiffres permet de les comparer sans comprendre le sens de l'écriture décimale (tout comme le décalage de la virgule dans une multiplication par 10, 100, 1 000). Cette réussite opérationnelle, qui masquerait une conceptualisation insuffisante des nombres décimaux, masquerait aussi une compréhension conceptuelle insuffisante des nombres entiers, et notamment de la numération de position, ce qui constituerait alors un obstacle très important pour tous les apprentissages arithmétiques et algébriques à venir. Le parti pris que j'ai adopté et que je défends est qu'une certaine pratique du calcul mental peut favoriser cette compréhension conceptuelle des nombres, entiers, décimaux ou rationnels, qui implique et est impliquée par une disponibilité des opérations à acquérir.

---

## II - LE CALCUL MENTAL

---

Le calcul mental a toujours fait partie de mes pratiques d'enseignant, au collège et au lycée, et j'ai maintes fois eu l'occasion de constater des effets positifs sur les élèves et le travail dans la classe, au-delà de dimensions purement cognitives. Comme formateur, j'ai souvent eu l'occasion de constater le manque de familiarité des enseignants, ou des futurs enseignants, avec le calcul mental, que ce soit dans le 1<sup>er</sup> ou dans le 2<sup>nd</sup> degré ; j'ai ainsi découvert l'intérêt que peut présenter le recours au calcul mental en formation comme une réponse possible à des difficultés d'enseignement des nombres et du calcul.

### 1. Le calcul mental dans les programmes scolaires

#### 1.1 Un exemple d'apport de la didactique à l'institution

En 1999, le ministère de l'éducation nationale donne mission à un groupe d'enseignants et de chercheurs de conduire une réflexion globale et à long terme sur l'enseignement des mathématiques, de l'école élémentaire à l'université. Cette Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques (la CREM) présidée par Jean-Pierre Kahane, compte parmi ses membres plusieurs chercheurs en didactique des mathématiques (comme Michèle Artigue, Guy Brousseau ou Catherine Houdement). Dans son rapport sur le calcul, la CREM expose clairement la dialectique entre calcul et raisonnement, et en particulier entre calcul mental et raisonnement. Elle insiste sur la notion « d'intelligence du calcul » et met en avant « le rôle privilégié du calcul mental pour mettre en place les rapports entre calcul et raisonnement dès les débuts de la scolarité » : autrement dit, elle souligne en quoi le calcul ne peut pas, ou ne peut plus être considéré seulement comme une activité technique, qui constituerait une fin en soi, décorrélée d'une partie plus noble de l'activité mathématique, qui serait le raisonnement. Plus généralement, les travaux en didactique des mathématiques ont contribué à donner sa place au calcul mental dans les programmes actuels de l'école primaire. Je pense notamment à ceux de Denis Butlen et

de Monique Pézard (1992, 1996, 2007), dans les pas desquels je m’inscris, qui montrent que le calcul mental est une façon privilégiée de lier calcul et raisonnement en mettant en jeu les propriétés des nombres et des opérations. En 2002, on trouve cette vision du calcul mental développée dans les programmes scolaires de l’école et du collège, vision réaffirmée dans les programmes 2016 : celle d’un calcul mental qui rappelle la nécessité de connaissances automatisées et le rôle de la mémoire, mais qui va au-delà, en soulignant en quoi le calcul mental peut constituer un moyen d’apprentissage de connaissances des nombres et des opérations.

### **1.2 De la prescription à la réalité : des écarts importants**

Des programmes aux pratiques des enseignants, on sait qu’il y a des adaptations, des déformations possibles, d’ailleurs nécessaires pour prendre en compte les différents contextes, et l’enseignement du calcul mental montre à ce titre une grande variabilité sur un certain nombre de dimensions : sur la durée et sur la fréquence d’abord – 42 % des élèves déclaraient avoir fait au CM2 du calcul mental chaque jour, 12 % deux fois par semaine, et 35 % déclaraient en avoir fait seulement de temps en temps (Chesné, 2014) –, ensuite sur les tâches proposées aux élèves et sur les déroulements : « si des progrès quantitatifs sont tangibles (pratique plus régulière dans toutes les classes), il reste beaucoup à faire qualitativement ; les séances sont trop souvent « monotones », « archaïques », pas assez dynamiques » (Rapport IGEN, 2013). Mais ce qui me semble le plus important, et qui va au-delà des tâches, c’est ce que j’entends quand Butlen, Pézard et Masselot (2010) parlent de « vigilance didactique » : ce sont les enjeux d’apprentissage et les activités potentielles des élèves liées à ces enjeux.

## **2 De quoi parle-t-on quand on parle de « faire du calcul mental » ?**

### **2.1 Ce que recouvre le calcul mental**

J’adopte comme définition du calcul mental l’ensemble des activités qui consistent à effectuer des opérations avec des nombres, essentiellement sans aide matérielle externe. J’étends ces activités à un travail explicite sur les désignations et représentations des nombres (écrites, orales, symboliques chiffrées ou non) et à un travail participant, tout ou en partie, à la résolution de problèmes mettant en jeu des données numériques, dans un cadre intra ou extra mathématique (qui peut aller de l’amorce de la démarche à la résolution complète). Le calcul mental est donc bien davantage que la seule activité, fréquente dans les classes de l’école primaire il y a une cinquantaine d’années, qui consistait à exécuter le plus rapidement possible des procédures opératoires sur les nombres, et dont l’objectif principal était l’automatisation de ces procédures. La définition que je propose du calcul mental se rapproche largement du concept anglo-saxon de « *number sense* » qui fait référence à « la compréhension générale des nombres et des opérations, ainsi qu’à la capacité d’utiliser cette compréhension de façon adaptée dans la gestion de situations numériques, pour porter des jugements mathématiques et élaborer des stratégies utiles et efficaces ».

Cette proximité du calcul mental avec le « sens des nombres » ou la conscience des nombres (à distinguer d’ailleurs de ce qu’entendent les neuro-sciences par le « sens du nombre ») permet de mettre en avant plusieurs dimensions du calcul mental, dont l’efficacité, c’est-à-dire le fait de produire un résultat correct dans une durée restreinte. Un algorithme de calcul posé serait quant à lui qualifié d’efficace par son caractère généralisable. Cette efficacité repose sur la mémorisation de faits numériques et sur le fait de disposer de plusieurs procédures automatisées adaptées parmi lesquelles il est possible de choisir. Elle se reconnaît aussi à l’habileté pour déterminer un ordre de grandeur, dans un objectif d’anticipation ou de contrôle d’un résultat, notamment dans des situations de la vie quotidienne.

Enfin, je reprends à mon compte ce que les chercheurs appellent *inclination* en anglais, et que je comprends comme la tendance et l'envie de recourir au calcul mental, associées à la disponibilité, au sens d'Aline Robert (1998), de connaissances sur les nombres et les opérations.

## **2.2 Une certaine pratique du calcul mental favorable à l'apprentissage des élèves**

Ce travail de précision sur ce que recouvre le calcul mental m'amène à clarifier la nature des objectifs visés en calcul mental : fin en soi pour que les élèves acquièrent des connaissances et des capacités spécifiques parmi d'autres connaissances et d'autres capacités, et/ou moyen pour faciliter chez eux des apprentissages, ou leur permettre de les amorcer. Autrement dit, le calcul mental peut être vu comme un apprentissage parmi d'autres, mais aussi et surtout, comme une modalité d'apprentissage de connaissances qui le dépassent.

La très grande majorité des recherches, qu'elles soient nationales ou internationales, s'accordent à présenter les bienfaits du calcul mental dans les apprentissages des élèves, même s'il n'y a cependant pas convergence complète sur les bénéfices qu'en tireraient tous les élèves et sur les manières d'enseigner. Dès 1967, Biggs montre qu'une pratique régulière du calcul mental à l'école primaire a surtout comme effet d'augmenter l'anxiété des élèves sans améliorer sensiblement leurs compétences. Biggs attribue cet effet - et cette absence d'effet - à la nature des tâches proposées. D'autres recherches menées sur les pratiques d'enseignement relatives au calcul mental font également apparaître le risque de voir ces pratiques réduites à des exercices techniques routiniers. Depuis les années 1990, de nombreux chercheurs internationaux, parmi lesquels Beishuizen, Reys, Sowder ou Verschaffel, ont investi le champ du calcul mental, notamment sur des aspects qui touchent à la connaissance des faits numériques et à l'estimation d'un ordre de grandeur. Ils rejettent quasi-unaniment l'enseignement exclusif, mécanique, des algorithmes standards de calcul posé au profit d'une place plus grande en faveur du calcul mental, et en particulier de la compréhension par les élèves des méthodes et des stratégies utilisées en calcul mental.

Cette réflexion m'a conduit à déterminer trois fonctions spécifiques que le calcul mental peut jouer pour permettre aux enseignants de contribuer à faire surmonter des difficultés identifiées chez les élèves :

- une fonction strictement cognitive du côté des tâches et des activités spécifiques des élèves qu'elles peuvent provoquer : le calcul mental peut participer à l'acquisition de connaissances mathématiques des élèves, c'est-à-dire développer le sens des nombres chez les élèves, avec la signification que j'ai donnée à cette expression, et favoriser des habiletés pour la résolution de problèmes ;
- du côté du rythme des apprentissages, en augmentant les occasions de fréquenter les nombres : le calcul mental offre aux enseignants la possibilité d'adopter un « rythme didactique » spécifique ; au niveau macro, dans l'organisation annuelle de leur enseignement, cela permet non seulement la fréquentation régulière, renouvelée, de notions, mais aussi l'anticipation de nouveaux apprentissages pour les élèves, avec l'élaboration progressive de représentations mentales et de formulations intermédiaires ; et au niveau local, l'organisation de moments de classe spécifiquement dédiés au calcul mental, sans lien nécessaire avec le reste des séances, permet de jouer facilement sur la répétition tout en préservant de la souplesse (rien n'empêche par exemple de commencer une séance de géométrie par quelques tâches de calcul mental) ;
- et enfin, une troisième fonction, qui porte *a priori* sur une tout autre dimension, mais néanmoins importante, notamment dans les classes de l'éducation prioritaire : la pratique du calcul mental



est un moyen d'installer un climat de classe favorable aux apprentissages, en créant des routines qui favorisent une mise en activité rapide de tous les élèves. La prise en compte de ce dernier aspect du calcul mental va d'ailleurs au-delà de ce seul aspect de gestion de classe, puisqu'il apparaît que des tâches de calcul mental peuvent être à la fois immédiatement accessibles aux élèves (donc être considérées comme « simples ») tout en leur offrant des cheminements différents pour les effectuer, avec un jeu de micro-dialectiques outils/objets sur les nombres et sur les opérations (et donc être considérées comme « complexes »).

Ces trois fonctions sont potentiellement porteuses de facteurs favorables à l'apprentissage des élèves. Ainsi :

- le calcul mental peut développer une compréhension structurale des nombres par opposition à une connaissance procédurale presque exclusivement fondée sur les chiffres, et il intervient positivement dans le développement des capacités liées à la résolution de problèmes ; il permet un engagement dans des démarches heuristiques, et mobilise des stratégies personnelles de résolution et de contrôle ;
- l'intégration du calcul mental dans une programmation annuelle, en créant des occasions fréquentes et graduelles d'apprentissage par imprégnation, peut offrir aux élèves des conditions progressives, d'acquisition par petites touches de connaissances qu'ils s'approprieraient plus difficilement, voire ne s'approprieraient pas du tout autrement (par exemple le fait que  $7/3$  soit l'écriture d'un quotient peut être l'étape finale d'une succession de situations courtes, régulières et variées et non une institutionnalisation venant immédiatement après une situation introductive) ; on peut penser ici à un enseignement en spirale ;
- le calcul mental favoriserait l'engagement des élèves dans des processus d'apprentissage en respectant leur hétérogénéité par des dynamiques spécifiques de pratiques d'un enseignant dans sa classe, parce qu'il permet des modalités d'enseignement relativement faciles à mettre en œuvre et qu'il peut modifier de façon positive les interactions enseignant/élèves et élèves/élèves (choix de déroulements, explicitation individualisée possible des procédures ou, travail en groupes, travail sur ordinateur ou tablette).

Mon hypothèse globale de chercheur est donc qu'une certaine pratique du calcul mental en classe permet d'optimiser l'acquisition de connaissances des élèves grâce à des choix sur les nombres et sur les opérations et des scénarios adaptés, cette pratique étant de plus compatible avec des modalités de gestion de la classe favorables à l'apprentissage des élèves.

### **2.3 Calcul mental versus calcul posé**

Lieven Verschaffel<sup>30</sup>, lors de la conférence sur la numération de novembre 2015, a bien montré en quoi le calcul mental est porteur d'un intérêt primordial, notamment par comparaison avec le calcul posé. Du point de vue de la nature de l'activité cognitive, le calcul posé repose sur des algorithmes, il fonctionne sur les chiffres des nombres, et il exige de travailler « de droite à gauche » (sauf pour la division), alors que le calcul mental a un fondement heuristique, il opère sur les nombres au lieu des chiffres, et il va « de gauche à droite » (comme on dit et comme on écrit les nombres).

Prenons le cas d'une somme à calculer, par exemple  $37 + 99$ . Dans un calcul posé, il s'agit d'abord pour un élève de reconnaître qu'il s'agit d'une addition de deux entiers et éventuellement de repérer qu'ils

---

<sup>30</sup> La présentation de L. Verschaffel est disponible à l'adresse : <http://www.dailymotion.com/video/x3fg51f>



ont le même nombre de chiffres. La deuxième étape consiste à choisir une organisation spatiale adaptée (écriture des nombres l'un en-dessous de l'autre avec alignement des chiffres de même rang), puis à gérer l'écriture de nouveaux chiffres, y compris celle de la retenue intermédiaire. Enfin, vient une phase de traitement qui est ici un algorithme et qui comporte au moins 3 étapes : «  $7 + 9 = 16$ , je pose 6 et je « retiens » 1 ;  $3 + 1 = 4$  et  $4 + 9 = 13$  ». Le résultat est le nombre qui s'écrit avec un 1, un 3 et un 6 dans cet ordre, donc  $37 + 99 = 136$ . Cette analyse vaut peu ou prou pour tous les calculs posés, notamment l'étape finale, « reconstitutrice » du résultat obtenu à partir de chacun de ses chiffres, et éventuellement avec une virgule à placer correctement. Une ultime étape pourrait être - ou devrait être - un contrôle *a posteriori* de l'ordre de grandeur du résultat, mais l'activité menée dépasse alors l'application stricte de l'algorithme.

Sur la même somme ( $37 + 99$ ) à effectuer mentalement, il s'agit toujours de reconnaître une addition de deux entiers, mais en identifiant cette fois dès le départ que l'un des deux est très proche de 100. Le travail consiste d'abord à remplacer la somme à effectuer par celle de 100 et de 37 et de compenser ensuite (ou avant). Le traitement interne qui suit est donc anticipé par la double reconnaissance de l'opération à effectuer et de la spécificité des nombres en jeu. C'est comme si cette phase avait été déclenchée avant d'avoir réellement débuté le calcul, par la transformation de 99 en  $100 - 1$ . Il reste alors à effectuer  $37 + (100 - 1)$  : on remplace un entier par une différence d'entiers (choisie lors de l'anticipation), puis une somme de deux entiers par une somme/différence de trois entiers, et on table sur la disponibilité de  $37 + 100$ , de  $137 - 1$  et de l'associativité en actes, qu'on considère ici comme naturelle.

Le calcul mental permet en outre, une articulation aisée entre différents registres de représentation sémiotique, oraux et écrits ; l'exemple d'un quart, écrit sous forme décimale ou sous forme fractionnaire, me paraît à ce titre significatif.

### 3. Les recommandations du jury de la conférence de consensus de 2015 sur la numération<sup>31</sup>

Cette conférence de consensus, présidée par Michel Fayol, a permis à plus de 20 chercheurs de présenter leurs travaux sur l'apprentissage et l'enseignement des nombres et du calcul à l'école primaire. Quatre rapports spécifiquement rédigés pour la conférence portent sur :

- l'apport de la recherche sur les premiers apprentissages en mathématiques : Michel Fayol y expose trois moments clés dans l'apprentissage des nombres et des opérations ;
- les acquis des élèves dans le domaine des nombres et du calcul à l'école primaire, rapport que j'ai rédigé avec Jean-Paul Fischer ;
- l'offre éditoriale et l'utilisation des manuels scolaires à l'école primaire (Eric Mounier & Maryvonne Priolet) ;
- les pratiques des enseignants en éducation prioritaire (Denis Butlen, Monique Charles-Pézarid et Pascale Masselot).

À l'issue de la conférence, un jury d'une vingtaine de personnes (enseignants, inspecteurs, formateurs, parents) a rédigé un ensemble de recommandations articulées autour de cinq grands axes :

---

<sup>31</sup> L'ensemble des rapports rédigés pour la conférence, les vidéos des interventions des experts et les recommandations du jury sont disponibles sur le site du Cnesco : <http://www.cnesco.fr/fr/numeration/>

1. l'évolution des pratiques quotidiennes des enseignants ;
2. le partage avec les parents d'occasions d'apprentissage ;
3. l'accès pour les enseignants à des ressources pédagogiques de qualité, facilement accessibles et adaptatives (notamment des ressources numériques, dont je ne parlerai pas aujourd'hui) ;
4. l'adaptation de la formation initiale des enseignants, notamment celle des enseignants du premier degré, et la nécessité de les accompagner ;
5. l'intégration des résultats de la recherche dans les programmes (mais nous avons vu que cela avait commencé) et l'évaluation de leur mise en œuvre.

Parmi les recommandations qui ont trait aux pratiques des enseignants, plusieurs ont à voir, directement ou indirectement, avec le calcul mental et montrent bien comment le calcul mental peut être un moyen d'apprentissage des mathématiques :

- **S'appuyer sur l'oral avant de passer à des écritures symboliques**, c'est-à-dire prendre appui sur des connaissances « déjà-là » et donner du temps aux élèves pour passer du tangible au symbolique en accordant de la place à l'oral : c'est important pour les nombres entiers, mais aussi pour les fractions et les décimaux ; un quart, c'est d'abord un quart de quelque chose ; 25 centièmes, c'est aussi 25 centièmes de mètre ou de litre (penser aux liens de la numération avec les grandeurs), puis un nombre qui pourra se dire puis s'écrire de différentes façons.
- **Ne pas attendre la maîtrise parfaite d'une notion pour en aborder une nouvelle avec les élèves** : à partir d'une vision strictement cumulative des mathématiques, les enseignants privent les élèves de processus d'apprentissage dialectiques ; cette recommandation me semble particulièrement importante pour l'apprentissage des fractions et des décimaux, qui nécessite du temps et des ruptures de représentations par rapport aux entiers.
- **Insister davantage sur l'apprentissage des tables d'addition et de multiplication.**
- **Privilégier le calcul mental par rapport au calcul posé** : à ce sujet, des documents d'accompagnement sur le calcul pour les cycles 2 et 3, avec des exemples de tâches et de cheminements possibles pour les traiter, vont bientôt être disponibles, avec un accent sur le calcul mental, et sur le calcul en ligne, sorte de calcul mental étayé par la possibilité d'écrire des calculs intermédiaires qui permettent de libérer la mémoire de travail ;
- **Faire dire à l'élève comment il a fait pour arriver à son résultat** : une séance de calcul mental est un moment particulièrement opportun pour avoir accès aux conceptions et aux stratégies des élèves, correctes ou erronées ; la nature des tâches et la faible part de l'écrit sont des occasions favorables pour que les élèves verbalisent leurs différentes conceptions ou procédures ; l'enseignant peut alors décider de les laisser en l'état, sans chercher à les modifier ni à les hiérarchiser (mais il les a identifiées) ; il peut aussi les reformuler afin de les faire évoluer ou privilégier certaines d'entre elles, ou encore faire émerger et institutionnaliser des conceptions correctes ou des procédures expertes ;
- **Associer l'apprentissage des techniques opératoires à la compréhension des nombres** : il y a un vrai enjeu sur l'apprentissage des techniques opératoires au 21<sup>e</sup> siècle, qui n'est pas encore tranché en France : en quoi est-il utile, important, nécessaire pour un élève, pour un adulte, de les connaître ou de les maîtriser ? En l'état actuel des programmes, les enseignants (et les formateurs) doivent se poser un certain nombre de questions à ce sujet, avoir des éléments de

réponse et les partager « aux bons moments » avec les élèves : par exemple pourquoi enseigner de telle ou telle façon la technique de la soustraction ? Qu'est-ce qui est en jeu dans la multiplication ? Dans une division à quotient décimal, ou à quotient dont l'écriture décimale « ne se termine pas » ? A ce sujet, l'atelier animé par Céline Constantin a bien mis en évidence, à partir de la question de la multiplication et celle de la distributivité, les tensions auxquelles doivent faire face les enseignants du premier degré dans l'enseignement des techniques opératoires.

On voit donc bien les perspectives encourageantes d'amélioration de l'apprentissage des élèves *via* un enrichissement des pratiques des enseignants, et donc par corollaire, l'importance de la formation correspondante. Cela amène à chercher à identifier des facteurs clés d'efficacité d'une telle formation, même si c'est difficilement évaluable. On peut ainsi s'interroger sur la place du calcul mental dans une formation d'enseignants, et se demander s'il constitue un de ces facteurs, dépassant la seule fonction d'une composante spécifique de la formation qu'on pourrait lui attribuer *a priori*.

---

### III - QUELS « FACTEURS CLÉS D'EFFICACITÉ » DANS UNE FORMATION D'ENSEIGNANTS : QUELLE PLACE POUR LE CALCUL MENTAL ?

---

#### 1. L'expérimentation PACEM

Pour répondre à ces questions, je vais m'appuyer sur le travail de recherche que j'ai mené à partir de l'expérimentation PACEM.

##### 1.1 Présentation et résultats de l'expérimentation

L'expérimentation PACEM est une expérimentation à grande échelle visant à favoriser l'acquisition de compétences par les élèves en mathématiques, à travers une formation continue d'enseignants, dont le scénario et les contenus sont sous-tendus par une vision particulière de l'enseignement des mathématiques, et qui a donné une place importante au calcul mental.

Le protocole de mesure d'impact de l'expérimentation est effectué par la comparaison des résultats des élèves à un pré-test et à un post-test, que j'ai construits à partir d'items d'évaluations nationales (standardisées) antérieures, et validés d'un point de vue psychométrique<sup>32</sup>. Un groupe expérimental et un groupe témoin ont été constitués, avec à l'intérieur de chacun de ces deux groupes, deux catégories d'enseignants : le groupe expérimental est composé d'enseignants formés en présentiel, et de leurs collègues dans leurs établissements, c'est-à-dire d'enseignants potentiellement formés, indirectement, par dissémination de la formation reçue en présentiel. Le dispositif visait en effet une évolution des pratiques individuelles des enseignants, mais aussi de leurs pratiques collectives, intra-établissements. Le groupe témoin est composé d'enseignants comparables à ceux qui ont été formés en présentiel<sup>33</sup>, et de leurs collègues dans leurs établissements.

Les résultats obtenus, par-delà les biais possibles liés à l'expérimentation, ont montré un impact global positif et significatif de l'expérimentation avec :

---

<sup>32</sup> Les items retenus étaient identifiés comme pertinents et variés pour évaluer les acquis des élèves dans le domaine des nombres et du calcul, au niveau scolaire considéré (en particulier, les taux de réussite aux évaluations standardisées antérieures étaient connus).

<sup>33</sup> Le choix des enseignants formés en présentiel a été effectué à partir d'un groupe d'enseignants tous remarqués par les IA-IPR de Créteil, et volontaires. Les enseignants non retenus dans le groupe expérimental et les collègues de leurs établissements ont constitué le groupe témoin.

- un effet positif direct de la formation, c'est-à-dire sur les élèves des enseignants formés ;
- un effet positif indirect de la formation : on observe une nette progression des élèves des enseignants de la seconde catégorie du groupe expérimental, c'est-à-dire des élèves des enseignants qui ne sont jamais venus en formation ;
- des tendances intéressantes sur les résultats des filles, sur ceux des élèves d'éducation prioritaire, et sur ceux des élèves de bas niveau, qui semblent marquer des « effets de rattrapage » ;
- un effet positif durable du dispositif, mesuré par deux tests effectués en fin de 5<sup>e</sup> (un test spécifique lié à l'expérimentation, et le test national proposé en 2012).

## 1.2 Cadre théorique

Une partie importante de mon travail de recherche a consisté à interroger et à comprendre *a posteriori* ce qui avait été mis en place dans la formation lors de l'expérimentation PACEM, pour en quelque sorte dénaturer les éléments qui la composaient, les analyser, identifier ceux qui pouvaient être considérés comme des facteurs d'efficacité, et enfin repérer des marges d'évolution ou des alternatives.

Même si dans la réalité, l'expérimentation a été *a priori* sous-tendue par des conceptions personnelles de l'enseignement des mathématiques et de la formation, elle avait fortement été influencée par un cadrage théorique que j'ai été ensuite amené à préciser et à adapter à mes questionnements. Je me réfère à deux cadres théoriques principaux :

- la théorie de l'activité (Chesné, 2014), qui permet d'étudier, en situation scolaire et en mathématiques, les apprentissages des élèves en relation avec leurs activités provoquées par leurs enseignants, ce qui m'a conduit, pendant la formation, à mettre les activités mathématiques des élèves au centre de ce qui peut provoquer leurs apprentissages ;
- et la théorie de la double approche, didactique et ergonomique (Robert et Rogalski, 2002) qui est un moyen de prendre en compte la complexité des pratiques (réelles) des enseignants, et qui en formation permet d'anticiper sur les pratiques potentielles des enseignants, leurs priorités, leurs besoins, déclarés ou non, et les déroulements possibles de ce qui peut se jouer en classe.

Aline Robert et moi-même sommes aussi engagés depuis plusieurs années dans un travail de modélisation, qui s'inspire de la notion de zone proximale de développement. Nous définissons ainsi une zone proximale de développement des pratiques (ZPDP), associée à des activités d'enseignants proches des leurs, qu'ils peuvent reconstituer, apprécier, analyser et enrichir. L'hypothèse que nous faisons est que pour qu'un travail en formation enrichisse les pratiques, et pas seulement des connaissances sur les tâches à proposer aux élèves ou les déroulements, il est important que ce travail s'appuie sur des éléments des pratiques relevant de cette ZPDP, dont les enseignants ont conscience ou peuvent prendre conscience.

## 1.3 Caractéristiques de la formation des enseignants

Concrètement, la formation des enseignants a duré 18 heures réparties en 1 journée puis 4 demi-journées sur la première moitié de l'année scolaire. Tout en étant centrée sur le calcul mental, la formation a abordé des points cruciaux du programmes de 6<sup>e</sup> (multiplication des décimaux, passage du partage au quotient, résolution de problèmes). Elle a comporté quatre temps :

- **une phase d'amorce** destinée à favoriser des prises de conscience des enseignants sur des notions clés, à partir d'items et de résultats d'évaluations nationales, puis des résultats des élèves au pré-test (cf ci-dessus) ; cette première phase était également destinée à faire émerger ou à évoquer des

pratiques, et à faire exprimer des besoins par les enseignants ;

- **un apport** de connaissances mathématiques et didactiques par le formateur, s'appuyant sur ce qui précède, dans le domaine des nombres et du calcul, et particulièrement en calcul mental ;
- **une phase d'appropriation** par les enseignants de ces connaissances pour les inscrire dans des pratiques de classe possibles, grâce à des exemples concrets de couples tâches/déroulements en calcul mental ;
- **une phase de structuration**, permettant aux enseignants d'organiser les différentes séances de calcul mental entre elles d'une part, et les séances de calcul mental dans une programmation globale annuelle des nombres et du calcul d'autre part.

Au final, avec des contenus pertinents, il apparaît qu'une « formation à l'envers » (Robert, Lattuati et Penninckx, 2012) – c'est-à-dire une formation dans laquelle les apports du formateur sont non donnés d'emblée, mais adaptés aux besoins des enseignants, soit qu'ils aient été exprimés par eux, soit qu'ils aient été identifiés par le formateur – est un facteur d'efficacité dans une formation visant à faire évoluer les pratiques d'enseignants. Cette stratégie inductive de formation part d'éléments de pratiques locales des enseignants, pour remonter ensuite vers des alternatives et des pratiques plus globales. Ce type de formation apparaît particulièrement cohérent avec le domaine qui nous intéresse aujourd'hui, et ceci à plusieurs niveaux, car :

- il offre aux formateurs **un moyen d'accès aux pratiques des enseignants**, et en ce sens l'utilisation d'un matériau neutre et riche comme des items d'évaluations externes est très intéressant ;
- il ouvre une **palette de pratiques possibles intégrables localement** : parmi l'immense variété des tâches et des scénarios possibles, tous les enseignants peuvent s'en approprier certains ;
- ces choix de déroulement et de contenus possibles se révèlent « **non globalement déstabilisateurs** » : ils peuvent dans un premier temps être intégrés localement par les enseignants, dans leurs contenus et/ou dans la durée, sans remettre en cause l'ensemble de leurs pratiques ;
- enfin, cette entrée locale du type « cheval de Troie » peut avoir **une portée globale sur les pratiques des enseignants**.

Le travail sur le calcul mental favoriserait donc à la fois une entrée locale, et donc à effets rapides, sur les représentations et des pratiques des enseignants, et une évolution de celles-ci plus en profondeur.

---

## IV - BILAN ET PERSPECTIVES

---

En ce qui concerne le champ de la didactique des mathématiques, on peut donc apporter des réponses aux questions posées, qui ne sont pas toutes de même nature, et sans doute pas à considérer au même degré de développement. Parmi elles, notamment dans des contextes où les conditions d'enseignement sont difficiles et les enjeux particulièrement importants, je retiendrai :

- **l'intérêt du calcul mental** comme élément d'apprentissage des élèves, comme élément de pratiques des enseignants et comme élément de formation des enseignants ;
- **du côté de la formation des enseignants** : la validité d'un travail de formation dans une zone proximale de développement des pratiques des enseignants, et l'ancrage d'une formation sur au moins deux composantes des pratiques au sens de la double approche.



Des pistes restent bien entendu à explorer pour la recherche :

- **sur le calcul mental**, avec des études plus poussées sur sa mise en place en classe, sur les tâches, des études cliniques sur les liens tâches/activités/productions des élèves, sur l'articulation avec l'ensemble des mathématiques enseignées pendant l'année scolaire, sur l'utilisation de ressources numériques.
- **sur la formation des enseignants** : sur la spécificité du domaine (nombres et calcul), sur des adaptations et alternatives (par exemple en terme de supports servant à l'amorce), sur le format spatio-temporel (hybridation, formation de proximité), sur la dimension (comment passer à une extension ou à une généralisation ?) et sur le rôle des formateurs dans les formations d'enseignants (analyse de l'activité des formateurs) ?
- **sur les évaluations standardisées**, avec un travail de croisement entre différents types de tâches, une analyse des activités des élèves pendant un test, formes différentes d'évaluation (en groupes, avec aides), un travail de croisement entre évaluations de classe et évaluations standardisées.

---

## V - BIBLIOGRAPHIE

---

BEISHUIZEN M. (1993). Mental strategies and materials or models for addition and subtraction up to 100 in Dutch second class. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(4), 294-323.

BEISHUIZEN M. (1997). Mental arithmetic: Mental recall or mental strategies? *Mathematics Teaching*, 160, 16-19.

BIGGS J. B. (1967). *Mathematics and the conditions of learning*. Slough: National Foundation for Educational Research.

BUTLEN D. (2007). Le calcul mental entre sens et technique, *Recherches sur l'enseignement des mathématiques aux élèves en difficulté, du calcul mental à la résolution des problèmes numériques*. Presses universitaires de Franche-Comté.

BUTLEN D. & PÉZARD M. (1992). Calcul mental et résolution de problèmes multiplicatifs, une expérimentation du C.P. au CM2, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 12(2/3) 319-368.

BUTLEN D. & PÉZARD M. (1996), Rapports entre habileté calculatoire et prise de sens dans la résolution de problèmes numériques, étude d'un exemple : impact d'une pratique régulière de calcul mental sur les procédures et performances des élèves de l'école élémentaire. *Cahier de DIDIREM n°27*. Paris, IREM Paris 7.

BUTLEN D., CHARLES-PÉZARD M. & MASSELOT P. (2010). Deux dimensions de l'activité du professeur des écoles exerçant dans des milieux défavorisés : installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique in *Actes du colloque « Les didactiques en question : état des lieux et perspectives pour la recherche et la formation »*, Université de Cergy-Pontoise, IUFM de Versailles.

CHESNÉ J.-F. (2014). *D'une évaluation à l'autre : des acquis des élèves sur les nombres en sixième à l'élaboration et à l'analyse d'une formation d'enseignants centrée sur le calcul mental*. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot (Paris 7).

CHESNÉ J.-F. & FISCHER J.-P. (2016). « Partir des pratiques » en formation professionnelle des enseignants de mathématiques des lycées et collèges. *Petit x*, 97, 78-80.



CHESNÉ J.-F., LARDEUX R. & PROST S. (2012). PACEM : une expérimentation de formation continue d'enseignants en mathématiques. Résultats en sixième. *Note d'Information 12.23* – Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

CHESNÉ J.-F., PARIÈS M. & ROBERT A. (2009). « Partir des pratiques » en formation professionnelle des enseignants de mathématiques des lycées et collèges. *Grand N* 80, 25-46.

DARLING-HAMMOND L. & ROTHMAN R. (Eds) (2011). *Teacher and Leader Effectiveness in High-Performing Education Systems*. Washington, DC : Alliance for Excellent Education and Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.

IGEN (2013). *Bilan de la mise en œuvre des programmes issus de la réforme de l'école primaire de 2008*. [http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/72/8/2013-066-Rapport-IGEN-Bilan-de-la-mise-en-oeuvre-des-programmes-issus-de-la-reforme-de-2008\\_284728.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/72/8/2013-066-Rapport-IGEN-Bilan-de-la-mise-en-oeuvre-des-programmes-issus-de-la-reforme-de-2008_284728.pdf)

KAHANE J.-P. (Ed) (2002). *L'enseignement des sciences mathématiques : Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques*, Paris, Odile Jacob.

REYS B. (1991). Number sense: Building on student's intuitive knowledge. In C. J. Irons (Ed.), *Challenging children to think when they compute: Developing number sense, mental computation and computational estimation*, Proceedings of the 1<sup>st</sup> annual conference on Mathematics Teaching and Learning presented by The Centre for Mathematics and Science Education, Queensland University of Technology, Brisbane.

REYS B. (1994). Promoting number sense in the middle grades. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 1, 3, 114-120.

ROBERT A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2) 139-190.

ROBERT A., LATTUATI M., PENNINCKX J. & al. (2012). *Une caméra au fond de la classe de mathématiques. (Se former au métier d'enseignant du secondaire à partir d'analyses de vidéos*. Besançon : Presses universitaires de Franche -Comté.

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

SOWDER J. (1990). Mental computation and number sense. *Arithmetic Teacher*, 37, 7,18-20.

SOWDER J. (1991). Teaching computation in ways that promote number sense. In C. J. Irons (Ed.), *Challenging children to think when they compute: Developing number sense, mental computation and computational estimation*, Proceedings of the 1<sup>st</sup> annual conference on Mathematics Teaching and Learning. Queensland University of Technology, Brisbane.

VERSCHAFFEL L. & DE CORTE, E. (1996). Number and arithmetic. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education*, 99-137. Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer.

VERSCHAFFEL L., GREER B., & DE CORTE E. (2007). Whole number concepts and operations. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 557-628). Greenwich, CT: information Age Publishing.

# QUELLE ARTICULATION ENTRE PRATIQUE ENSEIGNANTE ET FORMATION ? UN REGARD EXTÉRIEUR À PARTIR DU QUÉBEC

**Laurent THEIS**

Professeur titulaire

Département d'enseignement au préscolaire et au primaire

Faculté d'Éducation

Université de Sherbrooke

Laurent.Theis@USherbrooke.ca

## Résumé

Au Québec, la formation initiale des enseignants, à visée professionnalisante et d'une durée de quatre ans, propose une double articulation mathématiques/didactique et théorie/pratique. Dans ce texte, je présenterai les modalités de la formation à l'enseignement des mathématiques au Québec et je tenterai d'apporter un éclairage, d'un point de vue québécois, sur des enjeux centraux abordés dans ce colloque de la COPIRELEM.

- Quelle articulation entre la formation didactique et la formation mathématique dans la formation initiale des enseignants ? Cet enjeu sera abordé à l'aide du cadre conceptuel de Hill et Ball (2009) et à travers l'exemple de la formation à l'enseignement des probabilités au primaire.

- Quelle articulation entre théorie et pratique dans la formation initiale et continue des enseignants ? J'illustrerai cette articulation à l'aide d'un exemple de recherche collaborative sur la résolution de situations-problèmes au primaire et le réinvestissement de ses résultats dans la formation initiale et continue.

## I - INTRODUCTION

Lorsque les organisateurs de la conférence COPIRELEM 2016 m'ont approché pour préparer une conférence sur le système de formation des enseignants au Québec, le mandat initial était de fournir un regard extérieur sur cette formation à partir de l'exemple du Québec. Je me suis rapidement rendu compte que la formation des enseignants telle que nous la pratiquons au Québec présente quelques différences fondamentales par rapport à celle qui est dispensée en France et ce, à la fois au niveau de ses modalités et de ses orientations fondamentales, voire au niveau même des projets poursuivis par la didactique des mathématiques dans les deux contextes. La compréhension de ces différences me semble primordiale afin de bien pouvoir situer la formation des enseignants au Québec. Dans une première partie de mon texte, je tenterai donc de décrire ce contexte, à la fois au niveau des structures et de l'orientation de la formation des enseignants au primaire.

Par la suite, je décrirai comment ma propre pratique de formation des enseignants s'articule autour de quelques enjeux centraux, dont certains réfèrent également à la thématique de ce colloque de la COPIRELEM. Dans une première partie, j'illustrerai comment s'articulent les connaissances mathématiques dans le cadre d'une formation intégrée, dans laquelle les étudiants n'ont pas suivi au préalable des cours de mathématiques à un niveau universitaire. Une deuxième partie servira à décrire comment se font les liens entre théorie et pratique en formation initiale et continue, en m'appuyant sur des exemples issus d'une recherche collaborative avec une enseignante du primaire.

Une mise en garde s'impose toutefois par rapport à cette deuxième partie. En effet, je ne peux y prétendre donner un aperçu représentatif de ce qui se fait actuellement au Québec. Il s'agit plutôt de mon regard sur ma propre pratique de formation, dans le cadre duquel certains éléments reflètent une réalité plus largement répandue au Québec, et d'autres constituent des éléments plus spécifiques.

Avant d'entrer dans la description des modalités de la formation initiale et continue au Québec, il me semble primordial de commencer par situer le projet de la didactique des mathématiques au Québec, projet qui n'est pas le même que celui de la didactique française, et dont la nature influence la manière dont est menée la formation des enseignants. Ainsi, à l'occasion du colloque annuel du Groupe de Didactique des Mathématiques de 2007, la communauté de didactique des mathématiques a fait un bilan de l'évolution de cette discipline au Québec, alors que toute une génération de didacticiens était à l'aube de la retraite. Dans sa plénière, Nadine Bednarz a souligné que le projet de la didactique des mathématiques au Québec diffère en partie de celui de la didactique française. Ainsi, elle rappelle que le projet de la didactique des mathématiques française est d'établir la didactique des mathématiques comme une discipline scientifique (Bednarz, 2007). Dans ce sens, elle ne vise pas nécessairement à améliorer l'enseignement des mathématiques, mais plutôt à en décrire et à en connaître les conditions (*Ibid.*). Au Québec, le projet poursuivi par un certain nombre de travaux en didactique des mathématiques n'est pas tout à fait le même. Tout d'abord, comme l'explique Bednarz (2007), la communauté de didactique des mathématiques a émergé entre autres autour de la mise sur pied d'un programme de formation continue des enseignants dans les années 70. Ensuite, à la suite d'une analyse des travaux d'une des communautés de didacticiens des mathématiques qui ont fortement influencé la formation des enseignants au Québec (le département de didactique à l'UQAM), un projet différent semble se dégager.

Les recherches prennent leur ancrage dans la formation et elles viennent l'alimenter. Il s'agit de comprendre les productions des élèves, d'élaborer des situations d'enseignement fécondes sur le plan des apprentissages, de développer des outils conceptuels, non pas pour élaborer une théorie sur les phénomènes d'enseignement, mais, au-delà des connaissances nouvelles produites dans ces recherches, pour mieux agir sur le plan de la formation. Les savoirs didactiques élaborés n'ont pas comme finalité de créer une didactique scientifique, mais de se donner un cadre de référence pour l'action du formateur. Ce cadre permet d'éclairer, d'alimenter, d'enrichir le travail fait en formation auprès des futurs enseignants. En ce sens, la finalité de ce travail peut être rapprochée de celle d'une didactique professionnelle. (Bednarz, 2007, p. 49)

Bien sûr, la communauté de didacticiens des mathématiques n'est pas homogène et il y existe aussi une certaine diversité des approches, mais il n'en reste pas moins qu'on retrouve, chez une partie importante des membres de cette communauté, un souci de développer des outils pour la formation des enseignants. Dans ma propre « pratique » de chercheur, j'ai travaillé à la fois sur des recherches dont les analyses impliquaient des développements théoriques (entre autres les travaux réalisés avec l'équipe de Teresa Assude à Aix-Marseille (Theis et al., 2016) et (Assude et al., sous presse)), et sur des recherches dont le but premier était de développer des outils par la formation. La recherche collaborative que j'ai menée avec une enseignante du primaire (Theis et Gagnon, 2013) et dont je donnerai quelques exemples plus loin, entre dans cette catégorie.

La distinction entre les deux visées me semble également importante pour bien comprendre les choix qui ont été faits dans la formation des enseignants au Québec. Ainsi, comme nous allons le voir plus loin, dans ma propre pratique de formation, les étudiants ne sont pas formés « à la didactique » et aux cadres théoriques qui les sous-tendent. Bien sûr, certains cadres ou éléments de cadres de la didactique française sont présents dans la formation des enseignants, mais de manière plus implicite. Cette formation poursuit alors plutôt des visées de développement professionnel des enseignants. D'ailleurs, cette distinction entre d'une part une visée de formation de professionnels et d'autre part une formation

« à la didactique » se retrouve également dans le référentiel de compétences du Ministère de l'Éducation, qui sous-tend l'ensemble des programmes de formation des enseignants :

Dans les professions instituées, les compétences requièrent, sans s'y réduire cependant, des savoirs issus des diverses disciplines comme autant de ressources soutenant l'action. Le processus de professionnalisation implique donc une différence majeure en ce qui a trait à la tradition de formation universitaire au sens où former dans la discipline et former à l'acquisition de compétences professionnelles n'apparaissent plus désormais comme des activités identiques. (MEQ, 2001, p. 17).

---

## II - MODALITÉS DE LA FORMATION DES ENSEIGNANTS AU QUÉBEC

---

Dans cette section, je donnerai quelques informations sur les modalités générales de la formation initiale et continue des enseignants à l'Université de Sherbrooke. D'entrée de jeu, je tiens à préciser que cette formation présente de nombreux points en commun avec celle dispensée dans d'autres universités québécoises, mais qu'elle n'y est pas identique en tout point.

Au Québec, le préscolaire obligatoire est d'une durée d'un an et les élèves y entrent généralement à l'âge de 5 ans. Le primaire est d'une durée de 6 ans, répartis en trois cycles. Le secondaire comprend 5 années réparties en deux cycles. À la suite du secondaire, le collège (CEGEP), d'une durée de deux (en formation générale) ou trois ans (en spécialisation) constitue le maillon entre le secondaire et l'entrée à l'Université.

De manière générale, l'Université de Sherbrooke offre trois programmes de formation initiale qui mènent à l'enseignement des mathématiques, à divers niveaux et à différents contextes d'interventions : l'enseignement au préscolaire et au primaire, l'enseignement au secondaire et l'enseignement dans un contexte d'adaptation scolaire et sociale. Dans tous ces programmes, le brevet d'enseignement est délivré après un baccalauréat de quatre années universitaires, qui serait l'équivalent d'une licence dans le système français. Toutefois, contrairement aux modalités du système français, les étudiants s'inscrivent directement dans l'un de ces trois baccalauréats dans le domaine de l'éducation, sans obtenir au préalable une spécialisation dans un autre domaine (en mathématiques ou ailleurs).

### 1 La formation initiale à l'enseignement au préscolaire et au primaire

Tout d'abord, je donnerai quelques détails sur la structure générale du programme dans lequel j'interviens et qui forme les enseignants du préscolaire et du primaire. À l'entrée, l'admission des étudiants est contingentée et se fait sur la base des notes obtenues au collège (CÉGEP). Par exemple, à l'Université de Sherbrooke, la capacité annuelle d'accueil de notre programme est de 180 étudiants, et ce sont les 180 étudiants qui ont la cote la plus élevée qui sont acceptés. Toutefois, il est à noter que les exigences à l'entrée pour les enseignants sont généralement beaucoup moins élevées que dans d'autres facultés, notamment celles des sciences pures. À la sortie du baccalauréat, le système diffère fortement de celui en vigueur en France, puisqu'il n'y a pas de concours étatique pour accéder à la fonction d'enseignant : c'est l'obtention du baccalauréat qui donne accès au brevet d'enseignement, qui permet ensuite aux étudiants de postuler à un emploi d'enseignant dans une commission scolaire<sup>34</sup>. Cette solution présente l'avantage que la formation des enseignants n'a pas besoin de former directement à la passation d'un concours. Par contre, l'insertion professionnelle des enseignants pour les enseignants du primaire est actuellement difficile au Québec. Comme il y a plus d'enseignants qualifiés que de postes dans de nombreuses régions du Québec, beaucoup de jeunes enseignants travaillent en suppléance, avec des contrats temporaires ou encore avec des tâches morcelées, pendant de nombreuses années avant d'avoir « leur » classe.

---

<sup>34</sup> Les commissions scolaires sont les organismes régionaux qui gèrent les écoles publiques du primaire et du secondaire.

La formation elle-même est à visée professionnalisante, dans le sens où elle est axée sur le développement de compétences professionnelles nécessaires à l'acte d'enseigner. Comme nous l'avons vu plus haut, cette distinction implique de ne pas nécessairement former les étudiants à une discipline scientifique (dans ce cas-ci, la didactique des mathématiques), mais à des compétences professionnelles liées à l'enseignement des mathématiques, qui s'appuient par ailleurs sur la didactique des mathématiques. Le référentiel de compétences décrit la tension entre les deux missions fondamentales de l'Université dans ce contexte :

L'université est donc porteuse de tensions en son sein même : d'une part, elle s'inscrit dans une logique scientifique qui découle de sa mission classique de se consacrer à l'avancement des connaissances et, d'autre part, elle poursuit aussi des objectifs liés à une logique professionnelle qui a pour objet de former des personnes de haut calibre dans un secteur d'activité précis. (MEQ, 2001, p. 17)

En tout, le référentiel comprend 12 compétences à développer tout au long de la formation à l'enseignement, dont quelques-unes qui sont particulièrement en lien avec l'acte d'enseigner les mathématiques : la première compétence est intitulée « agir en tant que professionnel [...] héritier, critique et interprète d'objets de savoirs ou de culture ». En didactique des mathématiques, le développement de cette compétence nécessite le renforcement de la culture mathématique tout au long de la formation. Trois compétences également travaillées dans les cours de didactique des mathématiques touchent directement à l'acte d'enseigner, puisqu'elles touchent la planification (« concevoir des situations d'enseignement-apprentissage »), la gestion des situations en classe (« piloter des situations d'enseignement-apprentissage ») et l'évaluation (« évaluer la progression des apprentissages »)

Une des caractéristiques du baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire (BEPP) de l'Université de Sherbrooke est qu'il s'agit d'une formation intégrée. Cette intégration se joue essentiellement à deux niveaux. Tout d'abord, il y a une intégration entre la formation didactique et la formation mathématique. En effet, le baccalauréat ne propose pas de cours de mathématiques pures aux étudiants. La culture mathématique est plutôt travaillée à travers les cours de didactique. Je décrirai plus loin comment s'articulent les dimensions mathématique et didactique dans la formation.

Ensuite, il y a également une intégration entre les cours à l'Université et les stages en milieu scolaire. Ainsi, les étudiants suivent des stages d'environ 60 jours chaque année de leur formation et ce, dès la première année. Lors des stages, il y a une prise en charge progressive par les étudiants de l'enseignement, tout au long des quatre années, qui culmine à une prise en charge complète d'environ deux mois à la fin du stage de quatrième année. Il est important de noter dans ce cadre que ces stages ne constituent pas de premiers contrats d'enseignement ; ils ne sont d'ailleurs pas rémunérés. Au contraire, l'enseignant garde la responsabilité ultime de la classe et a comme mandat d'accompagner l'étudiant dans son développement professionnel tout au long de chacun des stages. Par ailleurs, un autre intervenant, le superviseur universitaire, intervient de manière plus ponctuelle auprès des stagiaires et a essentiellement comme mandats d'établir le pont entre le milieu scolaire et l'Université, d'accompagner le stagiaire et l'enseignant associé, ainsi que de sanctionner la réussite du stage, de concert avec l'enseignant. Les niveaux de stage en deuxième et en troisième année de formation sont choisis de manière à les faire correspondre le plus possible avec les cours universitaires. Ainsi, en deuxième année, les étudiants sont en stage au préscolaire ou au premier cycle du primaire (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année), et les cours de didactique sont orientés vers l'enseignement à ces niveaux. En troisième année, les stages aux deuxième et troisième cycles du primaire (3<sup>ème</sup> à 6<sup>ème</sup> année) s'arriment également avec les contenus des cours de didactique.

Le BEPP propose quatre cours dédiés à la didactique des mathématiques au cours des quatre années de formation, d'une durée de 45 heures chacun. Les cours sont organisés autour de contenus



d'enseignement spécifiques. Ainsi, le premier cours est dispensé en première année et est consacré à l'enseignement de la géométrie. Le cours de deuxième année s'intéresse à l'enseignement des mathématiques aux jeunes enfants. Il porte essentiellement sur le développement du concept du nombre et des premières opérations de base. Les deux cours de troisième année, intitulés « didactique de l'arithmétique » I et II s'intéressent à l'enseignement et l'apprentissage de l'arithmétique à la fin du primaire (3<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> année), mais ont également des visées plus larges, puisqu'ils abordent l'enseignement des statistiques, des probabilités, des entiers relatifs et des nombres rationnels, entre autres.

## **2 Quelques mots sur la formation initiale en adaptation scolaire et sociale et en enseignement au secondaire**

Afin de donner un portrait plus complet de la formation initiale des enseignants, je donnerai également quelques informations sur la formation en adaptation scolaire et sociale et en enseignement au secondaire.

Tout d'abord, les diplômés en adaptation scolaire et sociale sont appelés après leurs études à intervenir auprès des élèves en difficulté dans différents contextes, soit dans un contexte de travail individuel en orthopédagogie, soit en soutien à l'enseignant de la classe régulière, soit à l'intérieur de classes adaptées, par exemple dans des classes regroupant des élèves ayant un handicap ou une déficience intellectuelle. Leur formation de quatre ans comprend une spécialisation soit en enseignement / intervention au primaire, soit une spécialisation en enseignement / intervention au secondaire. Les étudiants sont formés à la fois pour l'intervention en français et en mathématiques même si, dans leur pratique, les interventions se font davantage au niveau du français, et moins en mathématiques.

La formation en enseignement au secondaire nécessite pour sa part dès le départ un choix de la matière à enseigner. Les enseignants de mathématiques bénéficient d'une formation qui intègre la formation disciplinaire et la formation didactique. Ainsi, au cours de leur formation, les enseignants du secondaire suivent 9 crédits (chaque crédit correspond à 15 heures de cours) de formation didactique, dispensée à la Faculté d'Éducation par des didacticiens, et 54 crédits de formation mathématique, dispensée par la Faculté de Sciences, par des mathématiciens.

Ces deux programmes proposent, tout comme le BEPP, des stages en milieu scolaire dès la première année de formation et poursuivent également le développement des compétences professionnelles prévues par le référentiel des compétences du Ministère.

## **3 Les modalités de la formation continue en enseignement au préscolaire et au primaire**

À l'Université de Sherbrooke, il existe également différentes modalités de formation continue des enseignants du primaire et du préscolaire en enseignement des mathématiques. Ainsi, le département d'enseignement au préscolaire et au primaire offre une maîtrise (l'équivalent d'un master en France) dont la plupart des étudiants sont des enseignants en exercice qui souhaitent améliorer leurs compétences professionnelles. Cette maîtrise accueille également une minorité d'enseignants qui désirent changer de niveau d'intervention ; ce sont pour la plupart des enseignants du secondaire ou d'adaptation scolaire qui souhaitent faire la transition à l'enseignement au primaire et au préscolaire. Il est à noter que le but de cette maîtrise n'est pas de permettre aux étudiants d'occuper un emploi différent à l'obtention du diplôme. D'ailleurs, la plupart des finissants de cette maîtrise continueront leur carrière en enseignement au préscolaire et au primaire, alors que seulement une minorité changera d'emploi pour occuper d'autres fonctions à l'intérieur du système scolaire, comme celle de conseiller pédagogique.



Cette maîtrise est également à visée professionnelle dans le sens où elle vise surtout le perfectionnement professionnel des enseignants. Ainsi, dans les documents officiels qui la décrivent, on retrouve des objectifs qui visent à permettre aux étudiants de « consolider leur pratique professionnelle ; d'approfondir leurs connaissances dans le domaine de la psychopédagogie ; d'amorcer une spécialisation en didactique d'une ou de plusieurs disciplines ; de développer leurs connaissances et leurs compétences professionnelles, tout en s'appuyant sur leur expérience professionnelle ; et d'analyser de façon systématique leur pratique professionnelle ». Elle comprend plusieurs cours de psychopédagogie, mais il y a également des cours de didactique des différentes disciplines qui y sont offerts. Ces cours occupent 30 crédits dans la maîtrise, qui comprend également un bloc « recherche » de 15 crédits supplémentaires au terme du processus, pour l'étudiant qui souhaite obtenir la maîtrise (le master). Cette partie n'est cependant pas obligatoire, puisque les étudiants peuvent également choisir d'obtenir un « diplôme de deuxième cycle » qui comprend uniquement la partie « cours ». Finalement, il est intéressant de noter qu'il existe deux cheminements différents pour la maîtrise. Le premier cheminement, plus classique, prévoit des cours en présence, à l'Université de Sherbrooke, mais aussi dans différentes régions du Québec. Le deuxième cheminement est dispensé entièrement en ligne, avec des étudiants qui proviennent des quatre coins du Québec.

---

### III - QUELLE ARTICULATION ENTRE MATHÉMATIQUES ET DIDACTIQUE ?

---

Tel qu'indiqué plus haut, la formation initiale dispensée au BEPP ne prévoit pas de cours de mathématiques pures, mais plutôt des cours de didactique dans lesquels est intégrée la formation mathématique. Comment se fait alors cette articulation entre mathématiques et didactique des mathématiques ? Dans cette section, je dresserai d'abord un court portrait des étudiants en ce qui a trait à leur rapport affectif aux mathématiques et à leurs compétences mathématiques. Par la suite, je présenterai le modèle des connaissances mathématiques de Hill et Ball (2009) afin de mieux pouvoir situer les connaissances mathématiques nécessaires à l'acte d'enseigner. Dans une dernière partie, j'illustrerai à l'aide de quelques exemples sur l'enseignement des probabilités comment les activités de formation dispensées au BEPP tentent de travailler les différentes dimensions des connaissances mathématiques. Pour ce faire, je m'appuierai largement sur l'argumentaire développé dans un texte sur la formation des mathématiques publié en 2011 (Theis, 2011).

#### 1 Portrait des étudiants du BEPP de l'Université de Sherbrooke

Contrairement aux futurs enseignants de mathématiques du secondaire, qui ont choisi leur discipline d'enseignement, les étudiants en enseignement au préscolaire et au primaire ont fait le choix plus général d'un ordre d'enseignement, mais pas d'une matière spécifique. Par ailleurs, plusieurs de nos étudiants n'ont pas suivi de formation mathématique poussée au niveau collégial (CÉGEP) ou encore ont éprouvé des difficultés en mathématiques lors de leur parcours scolaire antérieur. Afin d'avoir un portrait plus précis de leur rapport épistémologique et affectif aux mathématiques ainsi que de leurs connaissances mathématiques, nous avons soumis en 2003 deux tests à 190 étudiants de première année du BEPP (Theis et al., 2006 ; Morin et Theis, 2006). Le premier de ces tests demandait aux étudiants de se positionner sur une échelle de Likert par rapport à différents énoncés sur leur rapport affectif et épistémologique aux mathématiques. Les analyses de ce test révèlent que 85 % des étudiants interrogés sont indifférents ou en désaccord avec l'énoncé « Je suis très enthousiaste à l'idée d'enseigner les mathématiques ». Par ailleurs, une partie importante des étudiants, soit 39 %, affirment être anxieux à l'idée d'enseigner les mathématiques et 41 % disent avoir moins confiance en leur habileté à enseigner les mathématiques que les autres matières. En ce qui concerne leur rapport personnel aux mathématiques, on peut retrouver un groupe d'étudiants qui a un rapport difficile aux mathématiques. En effet, 20 % des étudiants sont d'accord que « faire des mathématiques, c'est beaucoup d'occasions de me sentir bête ». De plus, 16 % des étudiants sont d'accord avec l'énoncé qu' « on est bon ou pas bon en

mathématiques, on ne peut rien y faire ». Comme ces deux derniers résultats sont fortement corrélés dans nos analyses, nous nous retrouvons ici avec un groupe d'étudiants qui se sent faible en mathématiques et qui pense que cette situation est immuable.

Au niveau des connaissances mathématiques, nous avons soumis à ces mêmes étudiants un test mathématique comprenant des questions sur des contenus qui font tous l'objet d'un enseignement au primaire. Les résultats de ce test (N=204) révèlent une moyenne chez les étudiants de 51,7% (avec un écart-type de 16,4%). Par ailleurs, certains des étudiants semblaient éprouver des difficultés majeures, puisque les notes sont allées aussi bas que 11 %. Bien sûr, certaines des questions posées dans ce test nécessitaient une compréhension largement plus élaborée qu'une simple compréhension algorithmique. Il n'en reste pas moins que pour plusieurs étudiants en début de parcours au BEPP, les connaissances mathématiques sont largement déficitaires. D'ailleurs, si ces résultats datent quand même déjà de quelques années, il n'y a pas de raison de croire que la situation a changé de manière significative aujourd'hui.

## 2 Un modèle pour situer les connaissances mathématiques pour l'enseignant

Au départ du modèle de Hill et Ball (2009) se trouve un postulat fort que les mathématiques utilisées par les enseignants ne sont pas les mêmes mathématiques que celles utilisées par les mathématiciens. Ainsi, Ball et Bass (2003) ont analysé le travail des enseignants afin de déterminer la nature des mathématiques qu'ils utilisent. Une des caractéristiques des mathématiques qui ressort alors pour les enseignants est que les mathématiques de l'enseignant sont « décortiquées », de manière à les rendre accessibles aux élèves. Les mathématiques du mathématicien sont, d'un autre côté, par leur nature abstraite, « comprimées » sous une forme abstraite et très efficace.

Le modèle des connaissances mathématiques de Hill et Ball (2009) est schématisé dans la figure 1 ci-dessous.

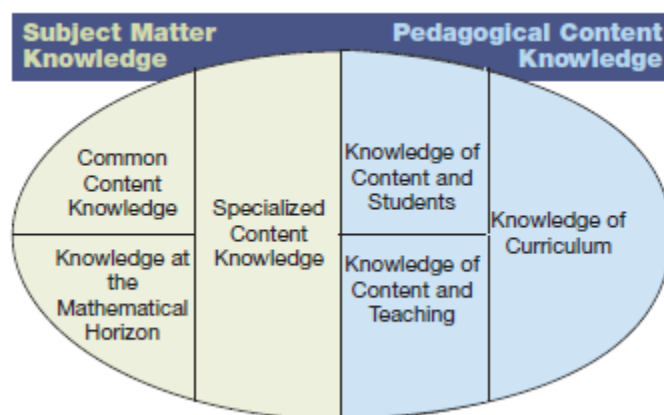


Figure 1 : Modèle des connaissances mathématiques de Hill et Ball (2009).

Hill et Ball (2009) distinguent deux grandes catégories de connaissances mathématiques : les connaissances mathématiques (subject matter knowledge) et les connaissances didactiques (pedagogical content knowledge). Dans la première catégorie, on retrouve trois types de connaissances différentes. Tout d'abord, les connaissances générales du contenu (common content knowledge) regroupent les connaissances mathématiques qui sont également utilisées dans d'autres domaines que les mathématiques. Ensuite, les connaissances spécifiques du contenu (specialized content knowledge) sont spécifiques au travail de l'enseignant. Dans cette catégorie, on retrouve des connaissances qui servent à l'enseignant, par exemple, pour trouver les régularités dans les erreurs d'un élève ou pour interpréter une stratégie personnelle d'un élève dans la résolution d'un problème. Le troisième type de connaissances dans cette catégorie, appelé vision horizontale des mathématiques (knowledge at the

mathematical horizon), permet à l'enseignant de connecter les mathématiques enseignées à un niveau précis aux mathématiques enseignées à d'autres moments.

Les connaissances didactiques regroupent quant à elles également trois types de connaissances. Tout d'abord, les connaissances sur le contenu en lien avec les élèves (knowledge of content and students) interviennent par exemple pour anticiper les raisonnements des élèves ou le degré de difficulté d'une tâche qui leur est proposée. Les enseignants doivent également être en mesure de reconnaître et d'interpréter les raisonnements émergents des élèves. Pour accomplir ces tâches, les enseignants doivent alors faire interagir leur compréhension mathématique avec leur connaissance des élèves et les raisonnements mathématiques de ces derniers. Ensuite, les connaissances du contenu en lien avec l'enseignement (knowledge of content and teaching) se situent à l'intersection entre les mathématiques et l'enseignement. Elles sont nécessaires notamment lors du séquençage d'une séquence d'enseignement, du choix des exemples pour illustrer un concept ou encore du choix des variables didactiques d'une situation. Finalement, les connaissances du curriculum (knowledge of curriculum) concernent surtout les connaissances des programmes de formation.

### 3 Exemples d'activités tirées de la formation initiale des enseignants

Afin d'illustrer comment se fait l'articulation entre mathématiques et didactique dans la formation initiale des enseignants, je m'appuierai ici sur quelques exemples issus du domaine de l'enseignement des probabilités. Les probabilités me semblent intéressantes dans ce contexte à plusieurs égards. Tout d'abord, au Québec et contrairement à la France, leur enseignement débute dès le début de l'école primaire et se poursuit tout au long de l'enseignement fondamental. Ensuite, par leur nature non déterministe, les probabilités occupent une place particulière à l'intérieur de l'enseignement des mathématiques, ce qui nécessite un travail épistémologique en formation initiale. Finalement, malgré leur rôle important, l'espace dévolu à la formation à l'enseignement des probabilités est somme toute assez limité (5 à 6 heures de formation), ce qui rend plus facile la description des modalités de formation dans ce domaine. Dans cette section, je reprendrai largement l'argumentation développée dans (Theis, 2011) pour illustrer comment s'articulent le développement de connaissances mathématiques et didactiques à travers deux exemples : celui de la résolution d'un problème mathématique et celui du travail sur un extrait d'un manuel scolaire.

#### *Entrée à travers le travail sur une situation-problème*

Dans mes cours de didactique des mathématiques, l'entrée dans le domaine des probabilités se fait généralement à travers la résolution d'une version modifiée du problème de Monty Hall :

Dans un pays où la justice est rendue de manière singulière, un prisonnier a été condamné. Pour déterminer sa peine, il doit choisir entre trois portes fermées, identiques. Derrière deux d'entre elles, c'est l'échafaud, mais derrière l'autre c'est la liberté ! Le prisonnier doit choisir une des trois portes. Le geôlier, qui sait derrière quelle porte se trouve la liberté, dans sa grande bonté, ouvre alors une des portes derrière laquelle se trouve un échafaud (différente de celle choisie par le prisonnier). Il demande ensuite au prisonnier : « Maintenant que tu sais ce qu'il se trouve derrière la porte ouverte, veux-tu garder la porte que tu as choisie au début ou veux-tu changer de porte ? » Que devrait faire le prisonnier ? Changer de porte ou garder celle qu'il a choisie au début ?<sup>35</sup>

Ce problème me semble être particulièrement intéressant pour la formation des enseignants à différents niveaux. Tout d'abord, même si la structure du problème est plutôt complexe et a tendance à induire en

---

<sup>35</sup> Pour le lecteur intéressé à en savoir davantage sur ce problème, il existe une multitude de sites internet consacrés au problème de Monty Hall. Pour une analyse en profondeur, voir également Rosenhouse J. (2009) *The Monty Hall Problem. The Remarkable Story of Math's Most Contentious Brain Teaser*. New York : Oxford University Press.

erreur les étudiants, ce n'est pas un problème qui leur semble menaçant *a priori*. La plupart des étudiants s'engagent assez facilement dans sa résolution. Par ailleurs, il comprend un obstacle conceptuel fort et permet un double regard à la fois sur les connaissances mathématiques et les connaissances didactiques. Dans ce contexte, la résolution du problème par des étudiants en formation initiale des enseignants n'est pas une fin en soi, mais devient un prétexte pour aborder différents enjeux autour de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités.

Le travail autour de ce problème se déroule alors en plusieurs moments différents. Dans un premier temps, les étudiants sont amenés à résoudre le problème (connaissances générales du contenu). Dans ce contexte, cette tâche est loin d'être banale, puisque, dès le départ, une large majorité des étudiants ont tendance à argumenter que changer de porte ne change pas les probabilités sous-jacentes.

Après avoir émis une première hypothèse sur la meilleure stratégie à adopter, les étudiants sont amenés à faire quelques essais en équipe pour voir quels sont les résultats obtenus en expérimentant le problème, soit en gardant la même porte, soit en changeant de porte. Dès lors se dégage une tendance dans les expérimentations qui permet de voir que le prisonnier qui change de porte a tendance à accéder plus souvent à la liberté que le prisonnier qui maintient son choix initial. Cependant, comme le nombre d'essais réalisés par chacune des équipes est encore relativement petit à ce stade-ci, il existe une variabilité importante entre les résultats obtenus par les différentes équipes.

Plusieurs moyens sont alors mis en place afin d'augmenter le nombre d'essais. Tout d'abord, les résultats de chacune des équipes sont mis en commun au tableau, de manière à obtenir un échantillon plus important d'essais. Ensuite, nous nous servons d'un outil de simulation développé dans le cadre d'un projet de recherche avec des enseignants du secondaire (Theis et Savard, 2010) pour simuler un grand nombre d'essais, en utilisant d'abord la stratégie du maintien du choix initial et ensuite celle du changement de porte. La figure 2 donne un aperçu de cet outil de simulation.

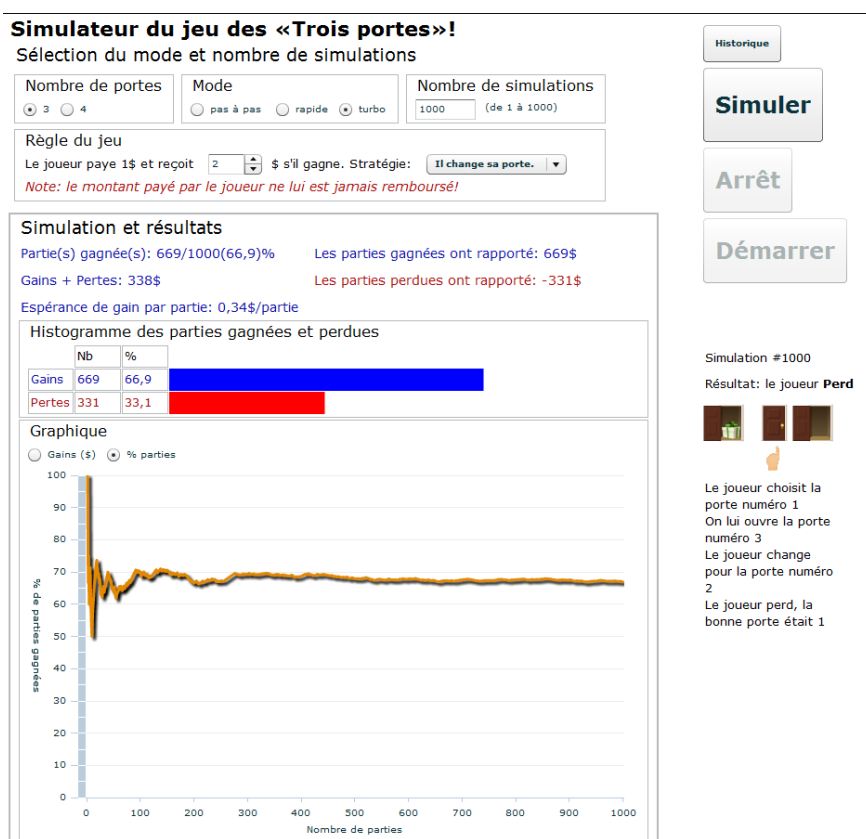


Figure 2 : Capture d'écran d'un outil de simulation pour le problème de Monty Hall

La résolution de ce problème est ensuite exploitée de différentes façons. Tout d'abord, elle permet de faire un travail sur l'épistémologie des probabilités (connaissances générales du contenu). Dans ce contexte, nous abordons entre autres la variabilité des résultats obtenus, la loi des grands nombres et la nature non déterministe des probabilités. Le travail sur le problème de Monty Hall devient également un prétexte pour aborder les différentes manières d'approcher les probabilités (théorique ou modélisation, fréquentielle ou expérimentale, et subjective). Dans ce contexte, il devient possible d'aborder des enjeux qui touchent davantage à l'enseignement. Ainsi, nous abordons le lien entre les approches théoriques (modélisation) et fréquentielle (expérimentale) à travers la loi des grands nombres et la manière dont ces liens peuvent être établis dans un contexte d'enseignement (connaissances du contenu et de l'enseignement). Nous faisons également un retour sur les manières utilisées pour travailler le problème (expérimentation, mise en commun des résultats, etc.) et des outils qui peuvent y être utiles (programme de simulation). Ces analyses se situent alors au niveau du développement des connaissances du contenu et de l'enseignement. Finalement, nous abordons les conceptions erronées les plus fréquentes en lien avec les probabilités (connaissances sur le contenu et les élèves). Bien sûr, pour ce travail, il n'est pas possible d'illustrer toutes les conceptions erronées avec le problème de Monty Hall, et ce travail nécessite également le recours à d'autres exemples.

### Analyse d'un extrait de manuel scolaire

Une partie du travail sur les probabilités en formation initiale concerne l'analyse de situations proposées dans les manuels scolaires québécois. Afin d'illustrer la nature de ce travail, je décrirai ici ce travail à partir d'un extrait d'un manuel de 4<sup>e</sup> année (CM1) et je détaillerai le type d'analyse qui peut en être tiré. L'activité proposée est illustrée dans la figure 3

a) Quelle somme peut-on obtenir en lançant deux dés?

- 1) Donne trois sommes possibles.
- 2) Donne **toutes** les sommes possibles.

b) Y a-t-il une somme **plus probable** que les autres?

Complète la grille qu'on te remet pour dénombrer toutes les sommes possibles.

+	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4			
2	3	4				
3	4					
4						
5						
6						

134 cent trente-quatre • Situation 14

Figure 3 : Extrait d'un manuel de 4<sup>e</sup> année (Guay et al. 2002a)

L'analyse peut porter ici sur le choix des différentes variables didactiques par les auteurs du manuel, à partir d'entrées différentes. Tout d'abord, de manière plus large, le champ de validité de ce type de



schéma peut être analysé (connaissances spécifiques du contenu) : si ce schéma se prête bien à la représentation de situations comme celles utilisées ici, dans lesquelles la somme de deux lancers de dés est en jeu, il devient plus difficile d'y recourir dans des situations où un plus grand nombre de dés intervient. Par ailleurs, il est aussi possible de comparer ce tableau avec un arbre des possibilités (connaissances spécifiques du contenu). On peut également analyser les impacts sur l'activité mathématique de l'élève du choix de fournir dès le départ l'ensemble des résultats possibles sous forme d'un tableau à double entrée en y inscrivant certaines sommes (connaissances du contenu en lien avec l'enseignement). Ce choix fait alors en sorte de restreindre l'activité de l'élève. D'ailleurs, dans le guide de l'enseignant qui accompagne le manuel, les auteurs prévoient la possibilité de ne pas recourir dès le départ au schéma, en la justifiant toutefois par le développement de méthodes de travail et non par des arguments d'ordre didactique : « Pour amener les élèves à développer une méthode de travail efficace, on peut ne pas leur fournir la grille de dénombrement. » (Guay et al. 2002b, p. 134). La formulation des questions posées au début de la situation peut également faire l'objet d'une discussion (connaissances du contenu en lien avec l'enseignement). Telles que formulées dans le manuel scolaire, les questions sont fermées et guident l'élève pas à pas. Par ailleurs, elles ne prévoient pas explicitement la réalisation d'essais qui auraient pu permettre l'établissement d'un lien entre probabilités théoriques et fréquentielles. Encore une fois, la réalisation d'essais est prévue dans le guide de l'enseignant : « Permettre aux élèves de manipuler les dés, de faire quelques expérimentations et de noter les résultats dans un tableau de compilation » (Guay et al. 2002b, p. 134). Une discussion peut alors s'engager sur le nombre d'essais nécessaires pour dégager des tendances dans les résultats obtenus et de pouvoir travailler avec les élèves sur la loi des grands nombres (connaissances spécifiques du contenu). Des situations alternatives qui portent sur les mêmes concepts sont également discutées (connaissances du contenu et de l'enseignement). Par exemple, en formulant la question de manière différente (par exemple : Est-il plus probable d'obtenir une somme de 10 ou de 7 en lançant deux dés ?), sans fournir dès le départ d'autres informations, il est possible de travailler sur des situations dont la structure mathématique est très similaire, mais à l'intérieur d'une tâche plus ouverte.

---

#### **IV - QUELLE ARTICULATION ENTRE THÉORIE ET PRATIQUE ?**

---

Dans des programmes de formation à visée professionnelle, dont fait partie le BEPP à l'Université de Sherbrooke, l'articulation entre théorie et pratique occupe un rôle particulièrement important afin de permettre au professionnel d'appuyer ses réflexions et ses actions sur des cadres théoriques solides. Dans mes pratiques de formation, cette articulation entre théorie et pratique se fait principalement à travers l'exploitation d'une recherche collaborative (Theis et Gagnon, 2013), réalisée avec une enseignante du primaire autour de l'apprentissage des mathématiques à travers des situations-problèmes mathématiques. Dans cette section, je dresserai d'abord un portrait de la manière dont les situations-problèmes sont généralement exploitées dans les programmes de formation québécois et je décrirai les caractéristiques générales d'une recherche collaborative ainsi que les modalités de la recherche que nous avons menée. Par la suite, j'illustrerai à l'aide de plusieurs exemples comment les résultats de cette recherche collaborative sont exploités tant dans le cadre de la formation initiale que dans la formation continue.

##### **1 Exploitation des situations-problèmes dans les programmes de formation québécois**

Les programmes de formation québécois placent la résolution de situations-problèmes au centre de l'enseignement des mathématiques et ce, du début du primaire jusqu'à la fin de l'enseignement secondaire. La résolution de situations-problèmes y est vue à la fois comme un but à atteindre (dans le sens d'une compétence à développer) et d'un moyen pédagogique qui permet d'apprendre les mathématiques. Il est toutefois important de comprendre que la définition utilisée dans ces programmes de formation comprend un certain nombre de spécificités qui la différencie des définitions habituellement utilisées en didactique des mathématiques :



Une situation-problème se caractérise par le fait qu'il y a un but à atteindre, une tâche à réaliser ou une solution à trouver. L'objectif visé ne saurait être atteint d'emblée car il ne s'agit pas d'un exercice d'application. Sa quête suppose, au contraire, raisonnement, recherche et mise en place de stratégies mobilisant des connaissances. (MELS, 2003, p. 126)

Une des particularités les plus importantes de cette définition réside alors dans le statut des connaissances : résoudre une situation-problème implique ici la mise en place de stratégies *mobilisant* des connaissances. Cet aspect particulier est alors en porte-à-faux avec un certain nombre de définitions de la situation-problème utilisées en didactique des mathématiques, où la situation-problème sert plutôt à *construire* de nouvelles connaissances, et pas seulement à les mobiliser. Tel est le cas par exemple dans la définition de la situation-problème d'Astolfi (1993), sur laquelle je me base également dans les analyses faites dans le cadre de mes recherches collaboratives :

Dans les cas des situations-problèmes [...], le problème devient le moyen même de l'apprentissage, puisque c'est autour de lui que va se nouer le dispositif didactique. Le problème est ici la source, le lieu et le critère de l'élaboration du savoir. C'est lui qui va permettre l'engagement de l'élève dans une résolution et qui va catalyser la genèse des instruments intellectuels, dont la construction se révélera nécessaire, chemin faisant. (*Ibid.*, p. 313)

Cette différence de perspective a des impacts importants sur la nature de l'obstacle à surmonter, puisque, chez Astolfi (1993), cet obstacle est nécessairement de nature conceptuelle : « Une situation-problème est organisée autour du franchissement d'un obstacle par la classe, obstacle préalablement identifié » (p. 319). Le programme de formation pour sa part n'identifie pas explicitement la nature de l'obstacle à surmonter dans une situation-problème. Toutefois, comme il ne s'agit pas d'un savoir à construire, mais plutôt d'un savoir à mobiliser, l'obstacle y est de nature différente.

Par ailleurs, comme l'ont montré Lajoie et Bednarz (2015), le Ministère de l'Éducation du Québec a introduit dans certains des documents qui encadrent le recours aux situations-problèmes un critère de situation-problème *complexe*. Or, telle qu'elle est mise en œuvre notamment dans les épreuves d'évaluation provinciales qui sont réalisées chaque année à la fin de l'enseignement du primaire, cette complexité ne se traduit pas par une complexité conceptuelle, mais plutôt par le nombre élevé de concepts que l'élève doit mobiliser, la quantité élevée de contraintes et de données et souvent, un énoncé très long.

Les caractéristiques de la définition ministérielle utilisée au Québec ainsi que des épreuves d'évaluation qui en découlent ont alors un impact important sur les conceptions des futurs enseignants puisque, pour un grand nombre d'entre eux, ces épreuves d'évaluation deviennent un modèle à suivre pour l'enseignement des mathématiques. Il devient alors important de permettre aux étudiants de confronter cette définition à celles utilisées en didactique des mathématiques et à les amener à recentrer leurs interventions autour de la construction de situations-problèmes qui permettent la construction de nouvelles connaissances.

## 2 Contexte d'émergence et modalités d'une recherche collaborative

Tel que le soulignent Desgagné et al. (2001), la recherche collaborative implique une recherche *avec* l'enseignant, et non seulement une recherche *sur* l'enseignant. Une des visées centrales de la recherche collaborative est de "rapprocher les préoccupations du "monde de la recherche" et celles du "monde de la pratique" (Bednarz, 2013, p. 7). À la base de ces recherches collaboratives se trouve un postulat fort que le savoir expérientiel d'un enseignant est valide et pertinent et que son articulation avec des savoirs issus de la recherche permet de faire le pont entre théorie et pratique. D'ailleurs, pour Bednarz, (2013), c'est cette articulation du point de vue de la recherche et de celui de la pratique qui justifient sa pertinence pour la pratique.

Cette approche de recherche accorde une place importante aux actions et significations des praticiens (enseignants, conseillers pédagogiques, intervenants divers du monde de l'éducation) et elle produit des données qui fournissent de nouveaux éclairages sur les questions qui se posent aujourd'hui à la profession enseignante. (*Ibid.* p.7)

C'est à l'intérieur de ce cadre que j'ai réalisé une recherche collaborative avec une enseignante de la fin du primaire (Theis et Gagnon, 2013), qui visait à décrire la pratique « exemplaire » d'une enseignante disposant d'une grande expérience dans le recours aux situations-problèmes. Une des visées de cette recherche était de rendre explicites les principes sous-jacents à la gestion didactique des apprentissages par l'enseignante et de les mettre en perspective avec des éléments issus de cadres issus de la didactique des mathématiques. Dans ce contexte, il me semble toutefois important de préciser que la visée de cette recherche n'était pas de prescrire des façons de faire, mais plutôt de fournir un point de départ qui pourrait servir à entamer une discussion avec les étudiants en formation initiale et continue.

Cette recherche s'est opérationnalisée à travers une collaboration intensive avec une enseignante de 5<sup>ème</sup> et de 6<sup>ème</sup> année, Nicole Gagnon, pendant une année complète, et impliquait la planification conjointe de situations-problèmes et leur expérimentation conjointe en classe. Des entrevues ont été réalisées avec certains élèves afin de recueillir des informations sur les techniques utilisées pour travailler les situations-problèmes proposées. Après chacune des expérimentations, des rencontres avec l'enseignante permettaient d'analyser conjointement les expérimentations, à partir des notes d'observation, des traces des élèves ainsi que des entrevues réalisées. Ces rencontres servaient également à rendre explicites les principes qui sous-tendent les choix de gestion didactique de l'enseignante et ont mené à la rédaction conjointe d'un livre (Theis et Gagnon, 2013). Ce livre est composé de trois types de chapitres: (1) une section, plus théorique, pour décrire les bases conceptuelles d'une approche de l'enseignement des mathématiques à travers des situations-problèmes, (2) la description des situations-problèmes expérimentées en classe, incluant une analyse *a priori* de la situation ainsi qu'une description et une analyse des techniques mises en place par les élèves et (3) des chapitres qui abordent directement les principes sous-jacents de gestion didactique auxquels recourt l'enseignante. Ces derniers chapitres sont rédigés sous forme de dialogue, afin de garder entier le point de vue de l'enseignante et celui du chercheur.

### 3 Quelques conditions d'une recherche collaborative

Pour qu'une recherche collaborative comme la nôtre puisse se réaliser, certaines conditions me semblent importantes. Tout d'abord, une certaine « complicité didactique » entre l'enseignant et le chercheur est nécessaire dès le départ. En effet, comme la recherche collaborative résulte ici dans l'écriture d'un ouvrage complet, il me semble important que l'enseignant et le chercheur aient une vision largement commune de l'enseignement des mathématiques. Cette condition me semble essentielle même si le but de l'ouvrage n'est pas de *prescrire* une façon d'enseigner les mathématiques. Elle sert aussi à assurer une cohérence générale de l'ouvrage tout en permettant à la fois au chercheur et au praticien de s'y reconnaître.

Dès le début du projet, il me semble également essentiel qu'il y ait une négociation du rôle de chacun des intervenants et que ces rôles tiennent compte des expertises de chacun. Ainsi, l'enseignant détient un savoir pratique, souvent implicite, qui lui permet de faire avancer les situations-problèmes en classe. Le chercheur de son côté dispose plutôt de cadres théoriques qui permettent d'analyser ce qui se passe en classe, que ce soit au niveau des tâches proposées ou encore de l'apprentissage des élèves. Le travail du chercheur dans cette démarche consiste aussi à aider le praticien à rendre explicites ses principes de gestion et à l'accompagner dans la rédaction de ceux-ci. En effet, le praticien est essentiellement dans l'action, mais les principes qui sous-tendent cette action ont tendance à rester tacites (Schön, 1997). Afin de garder intacts les points de vue de chacun des acteurs, nous avons décidé de rédiger les chapitres qui concernent l'explicitation des principes de gestion didactique sous forme de dialogue entre enseignant et chercheur.

Finalement, l'implication de l'enseignante dans les étapes d'analyse et de rédaction est un élément distinctif de notre recherche collaborative. Même si beaucoup de recherches collaboratives impliquent

les enseignants dans différentes étapes de la recherche, celles qui ont réussi à inclure ceux-ci dans les étapes d'analyse et surtout de rédaction sont plutôt rares. Cette implication est souvent difficile, puisqu'elle nécessite une relation de confiance absolue entre le chercheur et l'enseignante et un accompagnement important de l'enseignant, dont l'écriture et l'analyse ne sont pas des éléments de sa pratique habituelle.

#### **4 Exploitation de la recherche collaborative en formation initiale**

Dans cette section, je montrerai à l'aide de quelques exemples comment j'utilise les résultats de cette recherche collaborative en formation initiale des enseignants du primaire. Le premier exemple servira à illustrer le travail sur la définition d'une situation-problème, un deuxième exemple montrera comment les principes de gestion par l'enseignante des erreurs d'élèves sont exploitées en formation et le troisième exemple abordera un travail conceptuel avec les étudiants sur les pourcentages à partir de différentes techniques employées par les élèves.

##### ***Travail sur la définition d'une situation-problème***

Lors de mes cours, en formation initiale et en formation continue, un des premiers aspects abordés concerne la nature et la définition d'une situation-problème. Pour ce faire, j'utilise la situation-problème suivante qui a été expérimentée dans le cadre de notre recherche collaborative :

Voici une image satellite de la calotte polaire au-dessus de l'Arctique. La ligne bleue représente l'étendue de la calotte glaciaire en 2003. La surface blanche constitue la prévision de climatologues de l'étendue de la calotte glaciaire en 2020. Quelle est l'étendue de la calotte glaciaire prévue en 2020 par rapport à aujourd'hui [2003] ?



Il me semble d'abord important de noter que cette situation-problème a été expérimentée pour la première fois dans la classe de Nicole Gagnon en 2003 et que le terme « aujourd'hui » réfère donc également à l'année 2003. Essentiellement, deux enjeux conceptuels sont travaillés dans cette situation-problème : le calcul de l'aire d'une figure irrégulière et le passage à un rapport ou à un pourcentage pour exprimer la surface restante par rapport à la surface initiale.

Pour ce qui est du calcul des aires des deux surfaces irrégulières, des élèves du primaire ne disposent pas de formule pour le faire. Dans ce contexte, plusieurs élèves choisissent de recouvrir la surface d'un quadrillage et de dénombrer les carrés dans chacune des deux surfaces. Cette technique de dénombrement nécessite toutefois aussi de trouver une façon de comptabiliser les carrés incomplets.

Le deuxième enjeu concerne l'expression de la comparaison des deux aires sous forme de fraction ou de pourcentage. Pour ce faire, les élèves doivent d'abord reconnaître qu'il ne suffit pas de dire qu'en 2020, la calotte glaciaire aura perdu un certain nombre de *carrés*. Ensuite, ils doivent trouver une façon d'exprimer cette différence sous forme de rapport, de fraction ou de pourcentage. Cette étape est facilitée par le fait que la petite surface représente environ la moitié de la grande surface, ce qui ouvre la porte vers le recours à une fraction simple. Toutefois, dans nos expérimentations, la plupart des enfants finissent par exprimer l'étendue de 2020 sous forme de pourcentage de la surface de 2003.

En formation, les étudiants seront tout d'abord amenés à résoudre eux-mêmes cette situation-problème (connaissances générales du contenu). Dans ce contexte, il est à noter qu'elle n'est pas nécessairement évidente à résoudre pour des adultes non plus. Ainsi, il n'est pas facile pour plusieurs d'entre eux de trouver une technique pour déterminer l'aire et le passage aux pourcentages est difficile à faire pour certains. Dans un deuxième temps, nous jetons un regard collectif sur les différentes techniques de résolution utilisées par l'ensemble des groupes d'étudiants afin d'en analyser la véracité et la portée (connaissances spécifiques sur le contenu). Finalement, nous discutons également de la nature de mes propres interventions pendant la résolution de la situation-problème dans les différentes équipes, afin d'en dégager les visées : clarifier les consignes, questionner les étudiants, etc. (connaissances du contenu en lien avec l'enseignement).

En formation, cette situation sert également à confronter les étudiants à leur définition de ce que constitue une situation-problème. En effet, comme nous l'avons vu plus haut, la définition utilisée d'une situation-problème utilisée dans les documents ministériels diffère largement de celle utilisée généralement en didactique. La situation-problème sur la calotte glaciaire confronte alors souvent les étudiants, puisque l'enjeu n'y est pas le nombre de contraintes comme c'est le cas dans les épreuves d'évaluation provinciales, mais plutôt des obstacles conceptuels sous-jacents.

### **Exemple d'analyse d'erreur d'un élève**

La situation-problème de la fonte de la calotte glaciaire sert également à travailler sur la gestion didactique des erreurs d'élèves, à l'aide d'un exemple d'une technique utilisée par une équipe d'élèves. Dans cette section, je décrirai d'abord en quoi consiste cette technique, je relaterai ensuite quels principes d'intervention ont émergé pendant la recherche collaborative et comment cette situation est explorée dans la formation des enseignants.

### **Recours à une corde pour mesurer le périmètre de la calotte glaciaire**

Au cours de l'expérimentation de la situation-problème de la calotte glaciaire, une équipe d'élèves propose de partir du périmètre des deux figures pour déterminer leur aire.

Enseignante : Qu'est-ce que vous avez pensé comme moyen ?



Sébastien : On va prendre une corde, on va faire le contour, on va diviser par 4, comme si on faisait un carré et on va faire longueur fois largeur. La surface sera alors la même aire que le carré.

Afin de mettre en œuvre leur technique, les élèves de cette équipe collent alors une corde sur le périmètre de chacune des figures, en essayant d'être le plus précis possible. Par la suite, ils détachent la corde et forment un carré avec elle, puis calculent l'aire de ce carré. La figure 4 illustre la technique de cette équipe d'élèves.

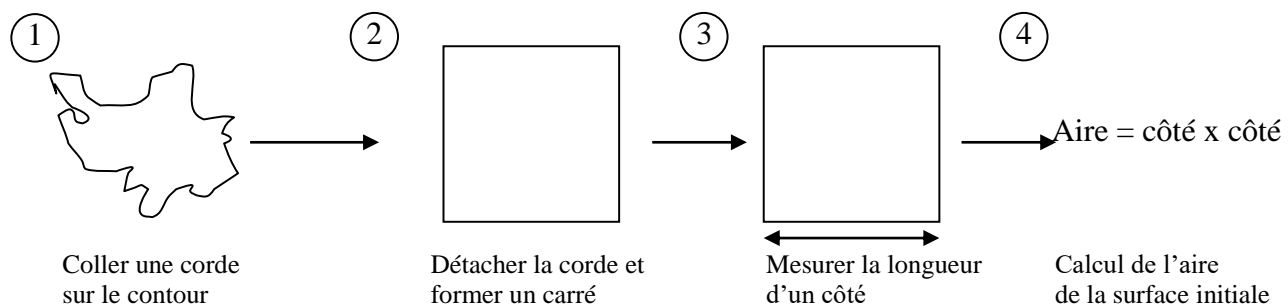


Figure 4 : Technique utilisée pour déterminer l'étendue de la calotte glaciaire en 2010 à l'aide d'une corde.

Il me semble intéressant de noter que cette technique apparaît également très souvent lorsque la même situation est proposée à des adultes en formation initiale ou continue. Dès lors se pose alors la question de sa gestion didactique en classe. Est-ce que l'enseignant devrait ici intervenir tout de suite afin de rectifier la situation ou encore devrait-il laisser aller cette équipe jusqu'au bout de leur technique ? Et, de manière plus générale, quelles sont les principes sous-jacents qui guident cette discussion ?

### **Gestion didactique de la stratégie de la corde**

Dans cette section, je décrirai quels sont les principes qui ont émergé lors du travail avec Nicole Gagnon et je tenterai de montrer quels outils didactiques font écho à ces principes. Pour ce faire, je reprendrai les grandes lignes de la discussion de Theis et Gagnon (2013) sur la gestion des erreurs (p.119-125).

Tout d'abord, il me semble intéressant de préciser que, dans cette situation, l'enseignante a laissé les élèves aller jusqu'au bout de leur démarche. Leur technique a ensuite été présentée à l'ensemble de la classe lors d'un retour en grand groupe afin de solliciter une confrontation et une remise en question. Comme l'ensemble de la classe la trouvait intéressante et correcte, l'enseignante leur a demandé de dessiner différentes figures ayant un périmètre de 24 cm. Certaines de ces figures ont été dessinées au tableau et la classe a constaté que différentes figures ayant le même périmètre n'ont pas nécessairement la même aire et que, par conséquent, la stratégie de la corde n'est pas mathématiquement correcte. Toutefois ce constat n'a pas été facile à accepter pour l'ensemble des élèves de la classe et particulièrement pour l'équipe qui avait mis en place au départ la technique de la corde. Ces élèves ont continué à argumenter que dans l'exemple utilisé en classe, on a utilisé des rectangles de même périmètre alors qu'eux ont travaillé avec des carrés. Il s'agit donc ici d'un obstacle fort à surmonter pour ces élèves.

Quels sont alors les critères qui permettent à l'enseignante de laisser aller une stratégie jusqu'au bout? Elle le justifie tout d'abord avec un contre-exemple d'une situation, où elle n'a pas laissé aller jusqu'au bout les élèves. Cette situation est survenue dans une situation-problème où des élèves devaient déterminer le volume d'une boîte de mouchoirs, en se servant de blocs multibase d'abord, pour ensuite trouver une formule permettant de calculer le volume de prismes à base rectangulaire. Dans cette situation, une équipe a décidé de remplir la boîte en y mettant les cubes pêle-mêle, sans se soucier de bien les placer et de remplir les espaces entre chacun des cubes, pour ensuite les compter. L'enseignante les a alors arrêtés rapidement en questionnant la pertinence de leur démarche. Par la suite, elle justifie sa décision par la difficulté d'exploiter cette stratégie pour faire avancer les apprentissages.



Dans cette situation, je ne les ai pas laissés aller car je voyais bien qu'il n'y avait rien à tirer de cette stratégie, que si les membres de l'équipe la présentaient aux autres, tout de suite elle serait réfutée alors que dans l'exemple de l'utilisation du périmètre pour trouver l'aire, les élèves ont trouvé la stratégie très intéressante et il a fallu une démonstration systématique pour la réfuter. (Theis et Gagnon, 2013, p. 121)

Par la suite, elle avance également plusieurs conditions dans lesquelles elle aurait davantage tendance à laisser aller les stratégies jusqu'au bout. Une première de ces conditions est mise en place lorsque la situation permet à l'élève de se rendre compte lui-même qu'il y a eu une erreur au lieu que l'enseignant impose un argument d'autorité.

Il peut arriver d'autres situations où je laisse un élève aller au bout de sa stratégie même si je la sais erronée et c'est quand je vois qu'il aura besoin de se prouver à lui-même qu'elle n'est pas efficace ou qu'elle donne un résultat erroné. (Theis et Gagnon, 2013, p. 122)

D'une certaine manière, cet argument fait alors aussi appel au type de rétroaction offert par la situation. Si cette situation permet une rétroaction suffisante, il devient alors possible de laisser aller la stratégie jusqu'au bout. D'autres dimensions de cette rétroaction sont d'ailleurs également nommées par l'enseignante :

Je crois que la facilité et la rapidité de la validation pourraient être un critère pour laisser aller un élève dans l'utilisation d'une stratégie erronée. Si on revient à l'exemple du volume de la boîte de papier mouchoirs, la vérification aurait été longue car les élèves auraient dû compter tous les petits cubes. Et la validation pas facile, car comment auraient-ils pu se rendre compte que leur résultat ne correspondait pas à la valeur attendue ? (Theis et Gagnon, 2013, p. 122)

Par ailleurs, la possibilité d'exploiter l'erreur avec l'ensemble de la classe est également un critère nommé par l'enseignante qui plaiderait en faveur de laisser aller les élèves jusqu'au bout de leurs démarches.

Un autre critère pourrait être le potentiel que permet cette erreur. S'il s'agit de travailler sur une conception erronée comme c'était le cas pour la surface de la calotte glaciaire, le jeu en vaut la chandelle car l'erreur nous a permis de défaire une conception erronée que peuvent avoir plusieurs élèves qui croient qu'il y a un lien direct entre la mesure du périmètre et de l'aire. Par contre, avec l'exemple de l'équipe qui a rempli pêle-mêle la boîte de papier mouchoirs avec des cubes, c'était plutôt un bel exemple d'élève qui veut expédier le travail sans prendre le temps de réfléchir à l'efficacité de sa stratégie. Cette démarche ne cachait alors pas une conception erronée et n'était pas porteuse d'un nouvel apprentissage. (Theis et Gagnon, 2013, p. 122)

Quels sont alors les concepts issus de la didactique des mathématiques qui permettent de faire écho à ces principes dégagés par Nicole Gagnon dans sa pratique ? Dans ce cas-ci, j'ai choisi de recourir au puzzle de Brousseau afin d'illustrer un certain nombre d'éléments évoqués par l'enseignante. Tout d'abord, cette situation et le nécessaire passage d'un raisonnement additif vers un raisonnement multiplicatif qui s'y opère permettent d'illustrer la nature de ce que constitue un obstacle épistémologique. Ensuite, elle permet également de montrer de quelle manière une situation-problème peut fournir une rétroaction forte à l'élève, à travers sa structuration et le choix de ses variables didactiques. Et finalement, le puzzle de Brousseau est également une situation dans laquelle il est important de laisser aller les élèves jusqu'au bout de leur raisonnement additif afin de pouvoir constater eux-mêmes l'inadéquation des techniques purement additives.

Au cours de la formation initiale et continue, les principes dégagés par l'enseignante et leur contrepartie issue de la didactique des mathématiques servent avant tout à entamer une discussion sur la gestion didactique des situations-problèmes en classe. Tel que je l'ai indiqué plus haut, l'intention n'est pas tant de prescrire une façon d'enseigner, mais plutôt de générer, à partir d'exemple, une discussion sur des principes d'intervention et des critères qui favorisent leur mise en application.

### **Exemple d'analyse de techniques d'élèves**

Au-delà du travail sur la gestion didactique des situations-problèmes, les cours de didactique des mathématiques amènent également les étudiants à travailler sur l'analyse de techniques d'élèves. Dans cette section, je vais illustrer à l'aide d'un exemple comment se travail peut s'opérationnaliser.

La situation-problème à partir de laquelle sont tirés ces exemples (Theis et Gagnon, 2013, p. 15-33) a lieu au début de l'année scolaire, alors que les élèves doivent calculer le prix de leurs fournitures scolaires, qui sont mises à leur disposition par l'école. Dans une première étape, les élèves font la liste des fournitures (crayons, stylos, etc.) dont ils ont besoin et en calculent le prix. Ensuite, ils doivent calculer le montant de la taxe qu'il faut ajouter au prix ainsi obtenu.

Dans ce contexte, quelques explications me semblent utiles pour situer le lecteur par rapport au contexte québécois, où les prix dans les magasins sont toujours affichés hors taxes. C'est en passant à la caisse que s'ajoutent une taxe provinciale et une taxe fédérale. Au moment de réaliser la situation-problème, la taxe provinciale était de 7,5 % et la taxe fédérale de 5 %. Dans la réalité, les deux taxes s'appliquent l'une sur l'autre : la taxe fédérale est appliquée sur le prix affiché et la taxe provinciale s'applique sur le prix incluant la taxe fédérale, de manière à obtenir la structure suivante : « prix affiché  $\times 1,05 \times 1,075$  ». Pour faciliter la tâche aux élèves, nous leur avons toutefois demandé de traiter la situation comme si chacune des taxes s'appliquait sur le prix affiché : « prix affiché  $\times 0,05$  » pour trouver le montant de la taxe fédérale et « prix affiché  $\times 0,075$  » pour trouver le montant de la taxe provinciale.

Au niveau conceptuel, le calcul du montant des taxes touche principalement au travail avec des pourcentages. Dans ce contexte, il est important de noter que les élèves ne disposent pas, à ce stade-ci, d'algorithme standardisé pour traiter ce type de situations, même s'ils ont déjà travaillé les pourcentages ailleurs. La taxe de 5 % est alors plus simple à déterminer puisque 5 est un nombre entier et un facteur de 100. La taxe de 7,5 % pour sa part présente la difficulté de la gestion du nombre à virgule, difficulté qui pourrait toutefois être contournée en considérant que le montant de cette taxe correspond à une fois et demie le montant de la taxe de 5 %.

Pour les fins de la formation des enseignants, j'ai extrait quatre techniques différentes utilisées par les élèves. Je décrirai dans un premier temps en quoi consistent ces techniques pour décrire ensuite quel type travail est demandé aux étudiants dans le cadre des cours.

Une première élève, Laura, conceptualise le problème en déterminant quel montant de taxe il faut payer pour chaque dollar dépensé : « Pour un montant de 9 \$, j'ai fait  $9 \times 5$ , parce que pour chaque \$ dépensé, je dois payer 5 ¢ de TPS<sup>36</sup>. Pour 9 \$, je paie donc 45 ¢ de TPS ».

Florence de son côté part du montant équivalant à 10 % du prix pour trouver la taxe de 5 %.

Florence : Tu fais 10 % de ton nombre, et tu divises en 2

Enseignante : Quel est ton montant?

Florence : 17,08 \$ Et comme on cherche le 5 %...

Enseignante : C'est quoi 5 % par rapport à 10 %?

Florence : C'est la moitié.

Enseignante : Qu'est-ce qu'on fait pour trouver 10 % de 17,08?

Florence : On [déplace] la virgule de 1.

<sup>36</sup> La TPS (Taxe sur les Produits et Services) désigne la taxe fédérale de 5 %.

Enseignante : Et qu'est-ce qu'on fait pour trouver le 5 % maintenant?

Florence : On divise le montant par 2.

Une troisième technique, celle de Mathis, invoque le fait que 5 % correspond à 1/20 de 100 % : « J'ai regardé combien de fois 5 rentre dans 100. Cela rentre 20 fois. Alors, je fais le montant divisé par 20, et je [déplace] la virgule de deux places et ça me donne le montant de la taxe en €. »

Finalement, Noah décompose le montant de ses achats (11,16 \$) en dizaines, unités et en leur partie décimale pour calculer séparément le montant de taxes pour chacun d'eux : « D'abord j'ai calculé combien de taxes il faut payer pour 10 \$, et c'est 50 ¢. J'ai alors enlevé le 10 de 11,16. Ensuite, pour 1 \$, je paie 5 ¢ de taxes. J'ai enlevé 1 \$ de 1,16. Pour le 0,16 \$ qui restait, j'ai arrondi et j'ai ajouté 1 ¢ de taxe. »

Les traces écrites qu'il a laissées permettent d'illustrer sa démarche.

T. P. S. = 50 ¢ de 11,16		
	- 10,00	
50 ¢ de 10\$ = 50 ¢	1,16	taxe = 50 ¢
50 ¢ de 1\$ = 05 ¢	1,00	
50 ¢ de 0,10\$ = 005 ¢	0,16	taxe = 55 ¢
	- 0,10	
	0,06	taxe = 56 ¢

Figure 5 : Traces écrites de la démarche de Noah

Ici, Noah applique alors de manière juste et pertinente la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition. Toutefois, pour trouver la taxe qui s'applique au 0,16 \$ restant, Noah se sert d'une estimation.

Dans la formation initiale des enseignants, ces quatre techniques servent alors à trois usages différents. Dans un premier temps, les étudiants sont amenés à reproduire les quatre techniques pour la taxe de 7,5 % et sur un prix de 117,45 \$ (connaissances générales du contenu). Il est alors important de noter que si certaines des techniques, notamment celle de Norah et de Laura, s'appliquent facilement à la taxe de 7,5 %, des adaptations plus ou moins importantes sont nécessaires pour les deux autres techniques. Ainsi, en appliquant la technique de Mathis, les étudiants sont confrontés à la difficulté que, contrairement à cinq, 7,5 n'est pas un facteur de 100, ce qui nécessite de travailler avec un nombre fractionnaire ou encore un nombre à virgule. La technique de Florence ne peut également pas être reprise intégralement, puisque pour une taxe de 7,5%, il est plus difficile de partir du montant de la taxe de 10 %.

A travers l'application des quatre techniques à une taxe de 7,5%, les étudiants sont également amenés à réfléchir à la limite de chacune de ces techniques ainsi qu'à leur domaine de validité. Ce travail se situe alors au niveau des connaissances spécifiques du contenu.

Finalement, ces techniques servent également à entamer une discussion sur la sélection des démarches à présenter en grand groupe lors d'un retour collectif. En effet, les étudiants doivent argumenter lesquelles de ces techniques ils feraient présenter aux autres élèves (connaissances du contenu en lien avec l'enseignement). Cette question est loin d'être banale, comme l'illustre un incident survenu lors de l'expérimentation. En effet, les quatre élèves ont présenté leurs démarches après que tout le monde ait calculé la taxe de 5 %, mais avant d'entamer le travail sur la taxe de 7,5 %. Toutefois, c'est la technique de Mathis (diviser le montant affiché par 20 pour trouver la taxe de 5 %) qui a été retenue par la plupart des élèves par la suite pour tenter de calculer la taxe de 7,5%. Or, si cette façon de faire est attrayante pour calculer la taxe de 5% parce qu'elle est facile à appliquer, elle devient difficile à appliquer sur la taxe de 7,5

% . Ainsi, même si la majorité des élèves a ensuite tenté de reprendre cette technique pour calculer la taxe de 7,5 %, seul Mathis a été en mesure de la mener à terme, en trouvant le diviseur 13,333 ; qu'il a arrondi à 13 pour les fins de ses calculs.

## 5 Exploitation de la recherche collaborative au niveau de la formation continue

Pour terminer, je donnerai dans les paragraphes suivants quelques indications sur la manière dont cette recherche collaborative est exploitée dans le cadre de la formation continue. Dans ce cadre, le cours que je donne à l'intérieur de la maîtrise en enseignement au préscolaire et au primaire s'intitule « Situations-problèmes en mathématiques » et vise à accompagner les enseignants dans la planification et la gestion de situations-problèmes en classe. Il comprend quatre moments distincts. (1) une partie plus théorique, dans laquelle nous abordons les bases théoriques d'une approche par situation-problème et dans laquelle les étudiants doivent analyser et se positionner par rapport à la pratique d'une enseignante experte telle que décrite dans Theis et Gagnon (2013), (2) l'accompagnement des étudiants dans la planification d'une situation-problème dans leur classe, (3) l'expérimentation de cette situation-problème en classe et (4) des séminaires dans lesquels les étudiants présentent et discutent des extraits de leur expérimentations qui leur semblent significatifs au regard des objets abordés dans le cours. La spécificité de ces cours est alors qu'ils sont directement en lien avec la pratique des enseignants et qu'ils permettent des discussions à partir d'extraits vidéo issus de leur pratique effective en classe.

Le même cours est également donné en formation continue dans une version qui est dispensée entièrement en ligne, à travers une plateforme Moodle. La structure du cours est alors très similaire à celui du cours « en présence » et prévoit également, en plus d'une partie théorique, la planification, l'expérimentation et l'analyse d'une situation-problème. Cependant, les discussions et les échanges se font ici à travers des forums de discussion entre les étudiants dans la partie théorique, et l'accompagnement des étudiants lors de la planification est réalisé à distance, dans le cadre de vidéoconférences. Afin de pouvoir assurer cet encadrement, il ne s'agit toutefois pas de cours à très large diffusion, puisque le nombre d'étudiants qui y sont inscrits se situe autour d'une vingtaine. Les captures d'écran présentées en figure 6 illustrent une partie du travail sur le contenu théorique dans le cours en ligne. On peut y constater qu'au niveau des contenus, ce sont exactement les mêmes enjeux qui sont abordés que dans les cours « en présence »

### 9 Gestion des retours en grand groupe

---

#### 9.2 Analyse de stratégies d'élèves

Dans le document que vous pouvez télécharger [ici](#), nous vous expliquons brièvement la stratégie utilisée par 4 enfants différents pour calculer le montant de la taxe de 5 %.

**N.B. Comme les enfants calculaient les taxes sur les montants obtenus pour leurs propres fournitures scolaires, les montants de départ sont différents d'un enfant à l'autre.**

1) Pour chacun des exemples, reproduisez le plus fidèlement possible la stratégie des élèves pour calculer la taxe de 7,5 % sur un prix initial de 117,15 \$. Bien sûr, vous n'avez pas le droit de recourir à la calculatrice.

Ce travail vous permettra d'approfondir votre compréhension des quatre stratégies. Le prix initial de 117,15 \$ est choisi pour fournir un défi qui est à la mesure d'adultes, mais n'est pas nécessairement un enfant sur lequel des enfants travailleraient.

2) Analysez quels sont les avantages et les inconvénients de chacune des stratégies utilisées pour effectuer le calcul de la taxe de 7,5% sur un montant de 117,15\$.

## 9 Gestion des retours en grand groupe

---

### 9.3 Gestion du retour en grand groupe

Après la résolution du premier calcul (la taxe de 5 %), un certain nombre d'élèves expliquent aux autres leurs stratégies. Le but de ce retour est de discuter de différentes façons de faire possibles, mais aussi de faciliter le calcul de la taxe de 7,5 %.

Parmi les 4 stratégies sur lesquelles vous venez de travailler, lesquelles feriez-vous présenter par les élèves? Indiquez et justifiez votre choix dans ce forum.

Figure 6 : Captures d'écran du cours de maîtrise en ligne

La formation à travers des cours en ligne présente également un certain nombre de particularités qu'il me semble important de soulever. D'un côté, les cours en ligne permettent de rejoindre des enseignants qui n'auraient autrement pas accès aux formations continues universitaires, entre autres parce qu'ils habitent souvent loin des campus universitaires. D'un autre côté, un des défis principaux des cours en ligne me semble être de maintenir le caractère interactif de la formation. A cet effet, le recours à des forums de discussion permet d'une certaine manière de maintenir cette interaction entre étudiants. Toutefois, dans mon expérience, cette interaction dans les forums pose des enjeux importants au niveau de la gestion des apprentissages. Ainsi, lorsque les discussions ont lieu « en direct », dans un cours où les étudiants sont présents, les interactions se font « sur-le-champ ». Dans un forum, par contre, il est fréquent qu'un étudiant émette une réflexion et que les réactions des autres étudiants n'arrivent qu'après un certain temps. Ce délai temporel rend alors les discussions plus artificielles. Finalement, les contraintes d'un cours en ligne influencent également le rôle du formateur. Dans les cours en présence des étudiants, j'assiste à la manière dont les étudiants se confrontent aux obstacles épistémologiques d'une situation-problème ou encore aux enjeux didactiques soulevés par celle-ci, et je peux y intervenir dans l'immédiat et à partir de mes observations. Or, dans un cours en ligne, je n'ai pas accès à l'ensemble de ces informations. Il n'est pas possible de questionner les étudiants pour préciser leur point de vue et sur les forums de discussion, il devient également nécessaire d'attendre la réaction des autres étudiants avant de réagir afin de ne pas « tuer » la discussion. Or, au moment où les autres étudiants ont réagi et où une intervention de la part du formateur devient possible, le questionnement initial que se posait l'étudiant est déjà souvent devenu obsolète.

Au-delà de ces enjeux de gestion, les cours en ligne ouvrent cependant aussi des possibilités dans la mise sur pied de formations « hybrides », comportant une partie en présence et une partie en ligne. Cette avenue me semble prometteuse, puisqu'elle permettrait de réserver les moments en présence aux enjeux pour lesquels les discussions en groupe et en direct constituent une réelle plus-value et d'utiliser les avantages des formats en ligne pour les contenus qui s'y prêtent le mieux. Cette avenue est actuellement envisagée pour le développement ultérieur de ces formations continues à l'Université de Sherbrooke.

---

## V - BIBLIOGRAPHIE

---

ASSUDE T., MILLON-FAURÉ K., KOUDOBO J., MORIN M.-P., TAMBONE J. & THEIS L. (sous presse) Du rapport entre temps didactique et temps praxéologique dans des dispositifs d'aide associés à une classe. *Recherches en didactique des mathématiques*.

ASTOLFI J.-P. (1993) Placer les élèves dans une situation-problème ? *Probio-Revue*, **16**(4), 311-321.

BALL D. ET BASS H. (2003) Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching, 3-14, in E. Simmt et B. Davis (dir.), *Actes de la 27e rencontre annuelle du Groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques (GCEDM)*, Edmonton : CMESG.

BEDNARZ N. (2013) *Recherche collaborative et pratique enseignante. Regarder ensemble autrement*. Paris : L'Harmattan.



- BEDNARZ N. (2007) Ancrage de la didactique des mathématiques au Québec, 25-61, in *Actes du colloque annuel du Groupe de Didactique des Mathématiques du Québec* (GDM).
- DESGAGNÉ S., BEDNARZ N., LEBUIS P., POIRIER L., & COUTURE C. (2001) L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, **27**(1), 33-64.
- GUAY S., LEMAY S. & CHAREST D. (2002a) *Clicmaths. Manuel de l'élève, 4, Volume A*. Montréal : Éditions HRW.
- GUAY S., LEMAY S. & CHAREST D. (2002b) *Clicmaths. Manuel de l'enseignant et de l'enseignante, 4, Volume A*. Montréal : Éditions HRW.
- HILL H. & BALL D. (2009) The curious – and crucial – case of mathematical knowledge for teaching. *Phi delta kappan*, **91**(2), 68-71.
- LAJOIE C ET BEDNARZ N (2015) La notion de situation-problème en mathématiques au début du XXI<sup>e</sup> siècle au Québec : rupture ou continuité? *Revue canadienne de l'enseignement des sciences des mathématiques et de la technologie*, **16**(1), 1-27.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DES LOISIRS ET DU SPORT DU QUÉBEC (2003). Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement préscolaire et primaire.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (2001). La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles.
- MORIN M-P. ET THEIS L. (2006) Mesures d'aide en mathématiques pour soutenir les étudiantes et les étudiants de la formation initiale qui présentent des difficultés, in N. Bednarz & C. Mary (dir.), *Actes du 3<sup>e</sup> colloque international Espace mathématique francophone, « L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés »*. [Cédérom]. Sherbrooke : Éditions du CRP.
- SCHÖN D. (1997) *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal : Les Éditions Logiques.
- THEIS L., MORIN M.-P., TAMBONE J., ASSUDE T., KOUDOGBO J. ET MILLON-FAURÉ K. (2016) Quelles fonctions de deux systèmes didactiques auxiliaires destinés aux élèves en difficulté lors de la résolution d'une situation-problème mathématique? *Annales de didactique et de sciences cognitives*, **21**, 9-37.
- THEIS L & GAGNON N (2013) *L'apprentissage à travers des situations-problèmes mathématiques. Bases théoriques et réalisation pratique*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- THEIS L. (2011) Quelle formation mathématique pour les futurs enseignants du primaire et du préscolaire? A la recherche des mathématiques dans une séquence sur l'enseignement des probabilités, 181-204, in J. Proulx, H. Squalli & C. Corriveau (dir.), *La formation mathématique des enseignants*. Québec : Presses Universitaires du Québec.
- THEIS L. ET SAVARD A. (2010). Linking probability to real-world situations : how do teachers make use of the mathematical potential of simulation programs?, in *Actes de colloque de l'International Conference on teaching statistics (ICOTS)*, Ljubljana, Slovénie, 11 au 16 juillet 2010.
- THEIS L., MORIN M-P., BERNIER J. ET TREMBLAY Y. (2006) Les impacts des connaissances mathématiques sur l'attitude envers son enseignement des futurs enseignants du primaire, in N Bednarz & C. Mary (dir.), *Actes du 3<sup>e</sup> colloque international Espace mathématique francophone, « L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés »*. [Cédérom]. Sherbrooke : Éditions du CRP.



## LES ATELIERS

## JEAN-FRANÇOIS GRELIER NOUS A QUITTÉS AU MOIS DE NOVEMBRE 2016

Homme engagé dans la cité, Jean-François l'était aussi bien sûr dans son métier. L'enseignement de la géométrie le passionnait et jusqu'au bout il n'a eu de cesse de partager avec le plus grand nombre les travaux qu'il a menés dans ce domaine.

La maladie l'a emporté avant qu'il ne puisse rendre compte de son dernier atelier mené lors du colloque de la Copirelem au Puy en Velay, "Géométrie grandeur naturelle", mais nous pouvons retrouver les ressources qu'il a produites sur son site, dans les ouvrages ou articles qu'il a publiés :

### Ouvrages

- GRELIER J.-F., (2011 ). *Apprentissages géométriques, spatialité et maîtrise de la langue au cycle 2*, Toulouse : Canopé - CRDP de Midi-Pyrénées
- GRELIER J.-F., (2009). *Devenir élève par les apprentissages géométriques au cycle 1*, Toulouse : Canopé - CRDP de Midi-Pyrénées
- GRELIER J.-F., (2007) *50 activités pour aider à l'enseignement des mathématiques : Cycle 3*, Toulouse : Canopé - CRDP de Midi-Pyrénées
- GRELIER J.-F., (2004) *Apprentissages géométriques aux cycles 2 et 3*, Toulouse : Canopé - CRDP de Midi-Pyrénées

### Articles

- GRELIER J.-F., (2013). Le livre du robot peut-il vraiment être rédigé par des élèves de CP ? *Actes du XXXVI<sup>e</sup> colloque COPIRELEM*. Dijon.
- GRELIER J.-F., (2010). Reproduction et représentation au cycle 1 -Communication C4. [Actes du XXXVI<sup>e</sup> colloque COPIRELEM. Auch.](#)
- GRELIER J.-F., (2009). Constituer des espaces fictifs à l'aide de boîtes retournées pour aborder la représentation d'espaces à trois dimensions et réfléchir sur l'espace urbain. [Grand N. Num. 84. p. 33-45.](#)
- GRELIER J.-F., (2005). Une proposition pour tirer l'apprentissage de l'orthogonalité de l'étude des quadrilatères à quatre côtés égaux. [Actes du XXXI<sup>e</sup> colloque COPIRELEM sur la formation des maîtres.](#) Foix.

### Site web

- <http://www.apprentissages-geometriques.com/>

Pour tout ce qu'il a pu nous apporter lors des colloques et en dehors, la Copirelem tenait à rendre hommage à Jean-François.

# EVALUATION DES ECRITS EN MATHEMATIQUES POUR LES M2 MEEF 1<sup>ER</sup> DEGRE EN ALTERNANCE

**Cécile DUFY**

Formatrice, ESPE ACADÉMIE DE CAEN, UNICAEN NORMANDIE  
cecile.dufy@unicaen.fr

**Samuel VOISIN**

Formateur, ESPE ACADÉMIE DE CAEN, UNICAEN NORMANDIE  
CIRNEF, HSRT 556  
samuel.voisin@unicaen.fr

## Résumé

Depuis la promotion 2014-2015, l'ESPE de l'Académie de Caen s'est dotée d'un référentiel de formation distinct et néanmoins complémentaire du référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation du 25 juillet 2013.

Au sein de l'Université de Caen Normandie, nous expérimentons depuis la création des ESPE une adéquation entre la maîtrise des étudiants professeurs des écoles stagiaires et la formulation de l'avis du directeur de l'ESPE pour la titularisation.

Cette approche a nécessité une modification en profondeur des modalités de contrôle des connaissances.

Les formateurs ont dû adapter leur pratique d'évaluation des professeurs des écoles stagiaires.

Le texte qui suit décrit brièvement les enjeux du référentiel de formation à l'ESPE de l'Académie de Caen et présente des éléments nécessaires dans sa prise en compte pour la maîtrise.

La création de grilles d'évaluation est un travail nécessaire en vue de l'appropriation par les étudiants professeurs des écoles stagiaires de notre référentiel de formation. Ces grilles doivent également résulter d'un travail collaboratif au sein des équipes pédagogiques et croiser les disciplines.

## Exploitations possibles

Cet article s'adresse principalement aux formateurs ESPE qui interviennent en formation initiale des professeurs des écoles. Plus précisément, cet article discute le système d'évaluation par compétences instauré pour les M2 MEEF à l'ESPE de Caen. Ce système s'appuie sur un référentiel de compétences et des grilles d'évaluation et a pour objectif de lier maîtrise et titularisation.

## Mots-clés

Référentiel, grille, évaluation, didactique, mathématiques.

# QUELS SCÉNARIOS POSSIBLES POUR UNE FORMATION DES M1 AUX MATHÉMATIQUES DE L'ÉCOLE PRIMAIRE ?

**Catherine TAVEAU**

Formatrice, ESPE D'AQUITAINE  
[catherine.taveau@espe-aquitaine.fr](mailto:catherine.taveau@espe-aquitaine.fr)

**Hélène ZUCCHETTA**

Formatrice, ESPE DE LYON  
[helene.zucchetta@univ-lyon1.fr](mailto:helene.zucchetta@univ-lyon1.fr)

## Résumé

Cet atelier a vu le jour à la suite de constats, par des formateurs de la COPIRELEM, concernant les changements des pratiques des formateurs en M1 MEEF notamment depuis la Masterisation de cette formation et du fait du raccourcissement de la durée de formation en ESPE. En effet, les différentes enquêtes menées par la COPIRELEM permettent de se rendre compte de la baisse du nombre d'heures de formation en mathématiques et de la prégnance que prennent en Master 1 MEEF les questions d'entraînement au concours par rapport aux questions d'enseignement.

L'atelier était initialement prévu en deux temps mais le second temps de conception d'une formation n'a pu avoir lieu, faute de temps. Il a donc démarré par une présentation rapide des diverses stratégies de formation (Kuzniak et Houdement) et du cadre d'analyse des situations initié par la COPIRELEM de puis s'est construit autour de l'analyse de trois scénarios de formation sur des mêmes notions (fractions et décimaux) du point de vue de l'étudiant et du point de vue du formateur.

Cet atelier a permis de rappeler les éléments incontournables pour la formation des futurs Professeur d'Ecole : les savoirs mathématiques liés à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire ; les savoirs didactiques et cognitifs indissociables des contenus mathématiques précédents ; les compétences professionnelles indissociables des contenus mathématiques à enseigner.

## Exploitations possibles

Formation de formateurs.

## Mots-clés

Analyse et comparaison de scénarios de formation.

Fondamentaux pour une formation de Master 1 MEEF.

# LA DISTRIBUTIVITÉ : QUEL(S) SAVOIR(S) ET CONNAISSANCES POUR ENSEIGNER LA MULTIPLICATION À L'ÉCOLE PRIMAIRE ?

**Céline CONSTANTIN**

ESPE, Faculté d'Education de l'Université de Montpellier

Laboratoire I2M, Aix-Marseille Université

[Celine.constantin@umontpellier.fr](mailto:Celine.constantin@umontpellier.fr)

## Résumé

Si elle est formalisée dans le cadre du calcul algébrique au collège, la propriété de distributivité est présente bien en amont, de manière implicite, dans diverses pratiques de calcul liées à l'enseignement de la multiplication dès l'école primaire. Ces connaissances numériques anciennes sont pourtant peu prises en compte au collège.

Ce texte rend compte du travail effectué dans un atelier du colloque COPIRELEM 2016, au cours duquel les participants ont étudié des extraits de manuels de l'école primaire relatifs au calcul multiplicatif, puis des données issues de réponses d'étudiants en première année de master MEEF (premier degré) soumis à un questionnaire afin d'interroger leurs connaissances mathématiques et didactiques : quelles sont les connaissances et les savoirs sur la distributivité de ces étudiants dans les cadres algébrique et numérique ? Comment interagissent ces connaissances et savoirs dans différents contextes liés à la préparation du concours du CRPE et/ou relativement aux pratiques d'enseignement de la multiplication à l'école ? Une autre problématique en lien avec ces questions et d'autres travaux est également abordée et discutée : quel discours mathématique tenir sur des pratiques de calcul numérique (mental ou posé) relatives à l'enseignement de la multiplication à l'école, qui mobilisent implicitement la propriété de distributivité ?

## Exploitations possibles

Ce texte pourra fournir des éléments pour la formation initiale des professeurs des écoles en mathématiques : questions possibles pour un diagnostic de connaissances mathématiques et didactiques relatives à la multiplication et à la numération décimale ; éléments permettant de guider une analyse comparative de manuels ; questions soulevées sur l'oralisation de techniques de calcul réfléchi.

## Mots-clés

Enseignement de la multiplication. Distributivité. Formation des professeurs des écoles.



# FORMATION A LA GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE PAR LA CONSTRUCTION DE POLYÈDRES

**Thierry DIAS**

Professeur, HEP LAUSANNE  
thierry.dias@hepl.ch

**Jimmy SERMENT**

Enseignant  
Collège de Pully

## Résumé

L'étude didactique que nous proposons consiste à observer et analyser les gestes, les actions et les interactions des apprenants dans un processus d'investigation mathématique. Nous présentons les environnements d'apprentissage proposés aux apprenants afin qu'ils s'appuient sur une diversité empirique dans leurs mises en actes susceptibles à la fois de révéler leurs connaissances mais aussi de faire exister de façon explicite les objets mathématiques qui sont les enjeux de savoirs de ces situations. C'est au sein d'une série de tâches dédiées à la construction de polyèdres que nous interrogeons l'expérimentation en tant que processus nécessaire dans un projet de formation à l'enseignement des mathématiques.

## Exploitations possibles

Cet article propose des situations de formation s'appuyant sur la construction et la manipulation de polyèdres géants. Ces situations « déstabilisantes » peuvent permettre aux étudiants de construire des connaissances didactiques (manipulation pour révéler des connaissances mathématiques en actes, importance du langage dans la conceptualisation ; démarche d'expérimentale ; rôle des interactions dans l'apprentissage) et de revisiter leurs connaissances géométriques.

Ces situations de formation riches peuvent être adaptées pour la classe.

## Mots-clés

Géométrie dans l'espace ; polyèdres ; constructions de Polyèdres ; démarche expérimentale

# FAIRE DE L'INFORMATIQUE SANS ORDINATEUR A L'ECOLE

**Malika MORE**

Maîtresse de Conférences  
IUT Informatique  
Université Clermont Auvergne  
IREM de Clermont-Ferrand  
Maison pour la Science en Auvergne  
Laboratoire LIMOS  
malika.more@udamail.fr

**Sarah GALI**

Professeure des Écoles  
École de Saint-Amand Tallende  
IREM de Clermont-Ferrand  
Maison pour la Science en Auvergne  
sarah.gali32@gmail.com

## Résumé

L'informatique sans ordinateur est une approche de l'enseignement de l'informatique, complémentaire d'autres approches, qui consiste à présenter des concepts de la science informatique de façon ludique et sans recours à l'ordinateur. On met ainsi l'accent sur l'aspect scientifique sans se laisser éblouir ou rebuter par la technologie. Cette approche a été initiée par Tim Bell à partir de 1992.

Le groupe propose des activités pour le cycle 3 (écriture binaire des nombres – codes détecteurs et correcteurs d'erreurs – automates finis – algorithmes de tri – langages de programmation – etc.) qui ont été présentées au cours de l'atelier. Les ressources comportent des documents-élèves, un déroulé de séance issu d'expérimentations en classe et une fiche scientifique pour le professeur.

## Exploitations possibles

Cet article présente des activités qui pourront alimenter des scénarios de formation autour de l'algorithmique et de la programmation dans un environnement essentiellement sans ordinateur.

Le lecteur trouvera dans la webographie proposée de nombreuses autres ressources relatives au thème abordé.

## Mots-clés

Informatique - informatique débranchée - algorithmique - programmation - ressources

# LES PROGRAMMES DE 2015 POUR L'ÉCOLE MATERNELLE : DE NOUVELLES COMPÉTENCES SUR LE NOMBRE QUI INTERROGENT LES ENSEIGNANTS

**Carine REYDY**

ESPE D'AQUITAINE, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, LAB-E3D  
carine.reydy@u-bordeaux.fr

**Patrick URRUTY**

ESPE D'AQUITAINE, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX  
patrick.urruty@u-bordeaux.fr

## Résumé

Les nouveaux programmes pour l'école maternelle font apparaître des compétences sur le nombre qui font notamment écho aux travaux de recherche menés par Brissiaud (2014a, 2014b) et qui mettent l'accent sur la nécessité d'enrichir les connaissances des élèves sur les premiers nombres en apprenant par exemple à « parler des nombres à l'aide de leur décomposition » dès la P.S. ou en comprenant que « tout nombre s'obtient en ajoutant un au nombre précédent et que cela correspond à l'ajout d'une unité à la quantité précédente » (M.E.N., 2015a).

Dans le cadre de la formation continue, nous avons conduit une recherche-action avec des professeurs des écoles de cycle 1 d'un REP+ de Gironde : après avoir recueilli les conceptions initiales des enseignants, nous avons élaboré et expérimenté des situations qui s'inscrivent dans les préconisations des nouveaux programmes.

Dans cet atelier, nous prenons appui sur cette expérience et sur les propositions des participants pour faire émerger des perspectives de formation initiale et continue des enseignants sur ce thème.

## Exploitations possibles

Cet atelier fournit des outils utiles aux formateurs souhaitant accompagner des enseignants de maternelle dans la mise en œuvre des nouveaux programmes. Il permet de mieux cerner les obstacles rencontrés dans l'interprétation par les enseignants de certaines compétences et propose des pistes de travail prenant appui sur des séquences testées en classe en mettant au jour le questionnement issu de ces expérimentations.

## Mots-clés

Ecole maternelle, nombre, quantité, recherche-action, nouveaux programmes.

# LE BOULIER : UN ARTEFACT NUMÉRIQUE À HAUT POTENTIEL POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS PRIMAIRES

**Céline VENDEIRA MARECHAL**

Chargée d'enseignement, Université de Genève

DiMaGe

Celine.marechal@unige.ch

## Résumé

Cet atelier a pour objectif de déterminer si le boulier a sa place en formation des enseignants. Si oui, quels sont les scénarios pertinents à mettre en place par les formateurs. L'utilisation du boulier a quasi disparu des pratiques enseignantes en France (Besnier, Bueno-Ravel, Gueudet & Poisard 2013), c'est pourquoi cet atelier n'a pas pour objectif de convaincre les formateurs de leur pertinence dans les classes de mathématiques, mais plutôt de se focaliser sur leur pertinence dans un contexte de formation. Nous faisons l'hypothèse que l'utilisation et la mise en évidence du potentiel sémiotique (Mariotti & Maracci, 2010) de différents bouliers (japonais, chinois, russe et boulier à tiges) permettrait, aux futurs enseignants, de mieux s'armer pour concevoir l'enseignement de notre système de numération à l'école primaire.

## Exploitations possibles

Formation initiale des enseignants (scénario de formation)

## Mots-clés

Scénario de formation, boulier, enseignement du système de numération, sémiotique

# DE LA RESSOURCE À LA SÉANCE DE CLASSE. INSTITUTIONNALISER : TÂCHE IMPOSSIBLE ?

**Cécile Allard**

MCF, Espe de Livry Gargan  
UPEC, UCP, U.Artois, P7, U. Rouen, LDAR  
cecile.allard@u-pec.fr

**Pascale Masselot**

MCF, Espe de Versailles  
UCP, UPEC, U.Artois, P7, U. Rouen, LDAR  
pascale.masselot@u-cergy.fr

## Résumé :

Les questions qui orientent l'atelier s'inspirent de celles qui ont guidé le travail de thèse de Allard (2015), en particulier celle-ci : quels sont les éléments de la ressource choisie par les enseignants susceptibles de les outiller pour exposer des connaissances ? Étudier les moments d'exposition des connaissances (Robert & Vandebrouck, 2014) consiste à traquer tout ce qui est dit ou écrit par le maître qui permet de rendre compte de la circulation du savoir en classe. L'exposition des connaissances fait partie du processus d'institutionnalisation.

La situation choisie dans le cadre du travail de cet atelier est une situation d'action (au sens de la théorie des situations, Brousseau 1998). Nous cherchons ici à montrer en particulier les raisons qui expliquent les difficultés à institutionnaliser des savoirs immédiatement après une situation qui induit des manipulations.

Est-il possible de décontextualiser et de dépersonnaliser le savoir à l'école suite à une activité s'appuyant sur du matériel ?

## Exploitations possibles

Cet article peut s'adresser aux formateurs ESPE en formation initiale ou continue pour aider les enseignants à anticiper et gérer des phases d'institutionnalisation lorsqu'ils utilisent une ressource. Cet article s'appuyant sur une expérimentation concernant deux enseignantes qui traitent du thème des fractions, montre que ces tensions à tenir les deux bouts de la séance « entre dévolution et institutionnalisation » d'enseignantes reconnues expertes sont emblématiques des difficultés actuelles à enseigner.

**Mots-clés :** Ressources, institutionnalisation, pratiques, situations didactiques, décontextualisation.

# LES MATHÉMATIQUES, UN DISPOSITIF POUR DÉVELOPPER LA DÉMARCHE D'ESSAIS-ERREURS DANS L'ACTIVITÉ MATHÉMATIQUE

**Olivier LE DANTEC**  
PRAG mathématiques, ESPE de Nice  
[ledantec@unice.fr](mailto:ledantec@unice.fr)

**Laurent GIAUFFRET**  
Conseiller pédagogique départemental « Mathématiques et Sciences », DSDEN 06  
[laurent.giauffret@ac-nice.fr](mailto:laurent.giauffret@ac-nice.fr)

## Résumé

La démarche d'essais-erreurs est peu présente dans l'enseignement primaire. D'une part, pour beaucoup d'enseignants, les activités de type problèmes ouverts sont considérées comme un temps perdu pour l'acquisition des notions fondamentales. D'autre part, il n'existe pas beaucoup d'exemples facilement disponibles pour les enseignants qui permettent de travailler les notions du programme. Une équipe de l'ESPE de Nice a essayé de développer un dispositif qui mette le tâtonnement au cœur de l'activité mathématiques, dispositif appelé Mathématiques. Des exemples sont présentés sur le site <https://mathematrices.com/>. L'atelier a présenté cette aventure et a recueilli les critiques et les conseils des différents membres pour permettre d'avancer dans la réflexion et les propositions faites aux enseignants.

## Exploitations possibles

Cet article s'adresse aux formateurs ESPE et aux conseillers pédagogiques qui interviennent en formation continue des professeurs des écoles pour proposer un exemple de dispositif faisant travailler la démarche de tâtonnement à l'école primaire tout en travaillant les notions du programme. Les avantages tels que collaboration, relation à l'erreur et retour sur les productions, activités différenciées sont rapidement évoquées dans l'article.

## Mots-clés

essais-erreurs, tâtonnement, différenciation, collaboration, ...



# ENJEUX ET PERSPECTIVES D'UNE FORMATION DES MAÎTRES À DES PROJETS INTERDISCIPLINAIRES IMPLIQUANT LES MATHÉMATIQUES

**Richard CABASSUT**

Formateur, ESPE de l'Académie de Strasbourg  
LISEC-EA2310 Université de Strasbourg  
richard.cabassut@unistra.fr

## Résumé

Plusieurs formations initiales au professorat d'école proposent des formations à l'interdisciplinarité impliquant l'enseignement des mathématiques. Ce texte est un compte-rendu d'un atelier du colloque de la COPIRELEM 2016, dont les objectifs étaient d'analyser et d'évaluer une formation à des projets interdisciplinaires impliquant les mathématiques, puis de réfléchir sur les enjeux de l'interdisciplinarité et du projet à l'école primaire et sur la place des mathématiques dans cette perspective.

Ce texte recense quelques témoignages sur l'existence de ces formations et précise le développement des thèmes de l'interdisciplinarité et du projet dans les programmes scolaires et les compétences professionnelles. L'exemple de l'ESPE de l'académie de Strasbourg permet ensuite de présenter des cadres possibles pour l'analyse de projets interdisciplinaires et des critères possibles d'analyse de tels projets. Des exemples de projets construits par des professeurs des écoles stagiaires sont analysés, et à partir de ces exemples, des enjeux et des perspectives d'une formation à l'interdisciplinarité sont discutés.

## Exploitations possibles

Les formateurs trouveront dans ce texte des exemples précis de projets construits en formation initiale par des étudiants de Master préparant au professorat des écoles, dans le cadre d'une démarche interdisciplinaire, ainsi que des éléments d'analyse de ces projets.

Ils trouveront aussi des points d'appui pour la mise en place de modules interdisciplinaires pour la formation initiale et continue des enseignants (références bibliographiques et éléments théoriques pour définir des critères d'analyse de projets interdisciplinaires).

## Mots-clés

Interdisciplinarité. Projet interdisciplinaire. Formation des enseignants.

# FORMER LES ENSEIGNANTS POLYVALENTS À L'ANALYSE DE SÉANCES DE MATHÉMATIQUES

**Aline BLANCHOUIN**

Agrégée d'EPS, Espe Créteil, site du 93

Experice

aline.blanchouin@u-pec.fr

**Nathalie PFAFF**

Agrégée de Mathématiques, Espe Créteil, site du 93

nathalie.pfaff@u-pec.fr

## Résumé

Nous partons du postulat que pour former des enseignants du primaire, nous devons prendre en compte leur « polyvalence ». Ainsi, au quotidien, le face à face réel du professeur d'école (PE) avec un même groupe d'élève, pour « faire apprendre les maths » (comme dans toutes les autres disciplines) n'est pas l'unique expression d'une préoccupation de transmission des savoirs ou épistémique. Celle-ci est en conflit potentiel avec deux autres préoccupations : pragmatique (de gestion temporelle, matérielle, humaine, spatiale...) et relationnelle (Vinatier, 2013).

L'analyse d'un enregistrement vidéo d'une séance (CE1, mesure de longueur) a été l'occasion d'avancer un modèle permettant de prendre en compte cette triple logique d'action (Blanchouin, 2015) intégrant le cadre théorique de Vergnaud pour apprendre en maths (Pfaff et Fénichel, 2005).

## Exploitations possibles

Cet article s'adresse à tous les chercheurs et les formateurs travaillant ou visant à faire travailler des enseignants (en formation initiale ou continue) sur l'analyse de séance à l'école élémentaire. que leur intérêt porte soit

- sur l'analyse de l'enregistrement vidéo d'une séance ;
- sur le croisement de cadres d'analyse issus à la fois de la didactique disciplinaire et de la didactique professionnelle ;
- sur l'utilisation du modèle multi-agenda de l'agir enseignant (Bucheton, 2009).

## Mots-clés

Formation initiale et continue ; Analyse de séance ; Vidéo ; Didactique professionnelle ; Travail enseignant ; Modèle multi-agenda ; Didactique des mathématiques.

# SIMULATION DU MATERIEL DE NUMERATION « BUCHETTES »

**Nathalie Brasset**

Doctorante, UGA

LIG

Nathalie.brasset@imag.fr

## Résumé

Dans cet article nous présentons un travail avec une simulation du matériel de numération « bâchettes ». Nous commençons par rappeler l'importance de donner du sens au nombre en travaillant le principe de position et le principe décimal ainsi que le rôle de la manipulation dans le développement de l'abstraction.

Nous interrogeons ensuite la manipulation d'objets virtuels et la situons par rapport à la manipulation d'objets tangibles. Nous envisageons alors l'utilisation d'une simulation du matériel de numération « bâchettes » en complément du matériel tangible « bâchettes » et proposons des exemples d'utilisation d'une telle simulation basés sur des observations dans une classe de CE1. Enfin, nous présentons en détail 11 exercices (issus de deux types de tâches) permettant de travailler, à partir de la simulation, les aspects positionnel et décimal du nombre de façon plus ou moins indépendante ou à un niveau de difficulté plus ou moins élevé.

## Exploitations possibles

Cet article peut intéresser un public large : le chercheur en didactique des mathématiques qui souhaite travailler sur les simulations numériques en classe, le praticien qui cherche à étoffer sa pratique pédagogique ainsi que toute personne qui s'intéresse à la numération décimale au cycle 2 à partir du matériel « bâchettes » (tangible ou virtuel).

## Mots-clés

Décision didactique, numération décimale, simulation, ostensifs, bâchettes, numérique.

# FAIRE DES MATHÉMATIQUES AVEC DES CARTES ET UN ROBOT, LE PROJET OCINAE

**Jean-Pierre RABATEL**

PEMF, chargé d'étude INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION de Lyon  
EducTice  
jean-pierre.rabatel@ens-lyon.fr

**Sophie SOURY-LAVERGNE**

Maître de Conférences, INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION, ENS DE LYON  
ESPE de l'Académie de Grenoble  
sophie.soury-lavergne@ens-lyon.fr

## Résumé

Le projet OCINAE a développé et testé dans des classes du CP à la 6<sup>e</sup> plusieurs jeux mathématiques dans les domaines du calcul, de la numération et du repérage dans le plan. La particularité de ces jeux est d'utiliser un dispositif hybride d'objets connectés, cartes, jetons, plateaux de jeu, stylets, qui communiquent avec une plateforme informatique par l'intermédiaire d'un petit robot mobile, d'un téléphone et de tablettes. Les élèves peuvent utiliser des objets matériels, tels que des cartes sur lesquelles sont écrits des nombres, ou des interfaces numériques, nombres affichés, pour agir sur le système et résoudre les problèmes qui leur sont posés. Le système produit des rétroactions matérielles, comme le déplacement d'un robot, et virtuelles, comme des messages sur le smartphone ou des affichages sur les tablettes.

Le compte rendu de cet atelier présente les éléments clefs de ce projet, les questions de recherche traitées puis expose en détail la réflexion menée au sein du projet et reprise dans l'atelier à propos des rétroactions matérielles produites par le déplacement du robot et leur possible signification mathématique dans la résolution de problème.

## Exploitations possibles

Cet article intéressera ceux qui se préoccupent de la conception et de l'analyse de ressources de type jeu articulant le tangible et le virtuel pour médiatiser les concepts mathématiques. La réflexion sur les rétroactions fournies par le robot et leurs incidences sur la construction des supports pourra être reprise en formation initiale ou continue comme un exemple d'étude de rétroactions fournies par un milieu au sens de Brousseau (1998).

## Mots-clés

Jeu, robot, rétroaction, virtuelle, théorie des situations.

# USAGE D'UN CADRE D'ANALYSE POUR S'APPROPRIER, CONCEVOIR ET ENRICHIR DES SITUATIONS DE FORMATION

**Laetitia BUENO-RAVEL**

ESPE de Bretagne, COPIRELEM

CREAD

laetitia.bueno-ravel@espe-bretagne.fr

**Christine MANGIANTE**

ESPE Lille Nord de France, COPIRELEM

Laboratoire de Mathématiques de Lens

christine.mangiante@espe-lnf.fr

**Pascale MASSELOT**

ESPE de Versailles, COPIRELEM

Laboratoire de Didactique André Revuz

pascale.masselot@u-cergy.fr

**Edith PETITFOUR**

ESPE de Lorraine, COPIRELEM

Laboratoire de Didactique André Revuz

edith.petitfour@univ-lorraine.fr

**Frédérick TEMPIER**

ESPE de Versailles, COPIRELEM

Laboratoire de Didactique André Revuz

frederick.templier@u-cergy.fr

**Claire WINDER**

ESPE de Nice, COPIRELEM

Laboratoire de Didactique André Revuz

claire.winder@unice.fr

## Résumé

Le cadre d'analyse des situations de formation utilisé dans cet atelier (Mangiante & al., 2016) vise à interroger les potentialités de ces situations à la lumière des savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques en jeu (Houdement, 2013), et à clarifier les enjeux dans les différentes phases de la mise en œuvre ainsi que leur articulation. Il permet d'étudier des modalités d'exploitation par le formateur de différents supports utilisables en formation (vidéos, productions d'élèves, extraits de manuels, etc.).

Le travail au cours de l'atelier vise à utiliser ce cadre pour concevoir de nouvelles situations à partir de supports fournis par les animateurs et en demandant aux participants d'analyser la pertinence de cet outil dans le cadre de ce travail d'élaboration collective de situations de formation. Ce travail a permis d'aborder différents domaines mathématiques (espace et géométrie, nombres et calculs) à différents niveaux (maternelle et élémentaire).

## Exploitations possibles

Ce texte propose l'utilisation d'un cadre d'analyse de situations de formation pour concevoir des nouvelles situations en formation initiale et continue des enseignants d'école. En clarifiant les enjeux des situations de formation, ce cadre d'analyse permet à tout formateur de s'approprier plus aisément les ressources pour les formateurs. Des exemples sont proposés en calcul mental, en structuration dans l'espace en Grande Section de maternelle et sur la proportionnalité en utilisant soit des vidéos soit des extraits de manuels.

## Mots-clés

Cadre d'analyse- Ressource pour les formateurs – Espace et géométrie à l'école – Nombres et calculs à l'école – Situation d'homologie.

## LES COMMUNICATIONS



# FORMATION À L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU BACCALURÉAT EN ADAPTATION SCOLAIRE ET SOCIALE À L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE : ENJEUX, ACTIONS ET PERSPECTIVES

**Adolphe ADIHOU**

Professeur, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation,  
Département d'études sur l'adaptation scolaire et sociale (DEASS)  
Adolphe.Adihou@USherbrooke.ca

**Patricia MARCHAND**

Professeure, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation,  
Département d'études sur l'adaptation scolaire et sociale (DEASS)  
Patricia.Marchand@USherbrooke.ca

**Jeanne KOUDOGBO**

Professeure, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation,  
Département d'études sur l'adaptation scolaire et sociale (DEASS)  
CREAS (Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences)  
Jeanne.Koudogbo@USherbrooke.ca

**Anne-Julie LEROUX**

Chargée de cours, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation,  
Département d'études sur l'adaptation scolaire et sociale (DEASS)  
Anne-Julie.Leroux@USherbrooke.ca

## Résumé

L'article présente le dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques au baccalauréat en adaptation scolaire et sociale (BASS) à l'Université de Sherbrooke (UdeS) au Québec. Nous précisons d'abord les enjeux de la formation à l'enseignement des mathématiques. Ensuite, nous décrivons le dispositif, les actions menées tout en justifiant les choix qui ont été faits pour sa mise en place et son opérationnalisation par des exemples. Enfin, nous présentons les perspectives de cette formation pour sa pérennité.

## Exploitations possibles

Cet article peut intéresser particulièrement les formateurs ou chercheurs impliqués dans le pilotage de dispositifs de formation, que ce soit pour l'enseignement spécialisé ou ordinaire car il décrit un dispositif complet de formation.

Il peut bien-sûr intéresser aussi toute personne curieuse de découvrir des modalités de formation pratiquées à l'étranger (ici au Québec, à l'université de Sherbrooke) pour faire un pas de côté par rapport aux pratiques et dispositifs français.

## Mots-clés

Formation, enseignement, mathématiques, didactique, pratique, enseignement spécialisé.

# LA QUESTION DES RESSOURCES POUR LA FORMATION DANS LE TRAVAIL DES CONSEILLERS PÉDAGOGIQUES

**Laurence LEROYER**  
MCF, ESPE Académie de Caen  
CERSE (EA965), Unicaen  
laurence.leroy01@unicaen.fr

## Résumé

Dans le cadre de la formation continue des enseignants du premier degré, les conseillers pédagogiques conçoivent et mettent en œuvre des dispositifs de formation relatifs à l'enseignement des mathématiques. Lorsqu'ils conçoivent ces dispositifs, la question des ressources et des supports de formation se pose à eux. Quelles ressources mobilisent-ils et comment y accèdent-ils ? Quels supports de formation créent-ils et pour quels usages ? Ces questions fondent notre recherche actuelle, recherche qui prend appui sur les travaux portant sur la question des ressources dans le travail des enseignants en mathématiques. Cette recherche est basée sur l'analyse d'entretiens menés auprès de six conseillers pédagogiques, entretiens fondés sur l'explicitation de leur travail relatif à l'élaboration des supports de formation dans le cadre de la conception d'un dispositif de formation. Nous présentons ici de premiers résultats qui reposent sur l'étude comparée de ce travail mené par deux conseillers pédagogiques, résultats qui interrogent la formation de formateurs.

## Exploitations possibles

Cet article fournit des éléments de réponse à la fois au chercheur en didactique des mathématiques qui s'intéresse à la question des ressources et au formateur qui cherche à interroger ses pratiques. La question des ressources est abordée ici à propos d'acteurs peu étudiés jusqu'alors : les conseillers pédagogiques. Les résultats présentés permettent à la fois de mettre en évidence des profils de formateurs différents, de questionner les liens entre postures de formateurs et supports de formation et au-delà de questionner la formation de formateurs.

## Mots-clés

Ressources, supports, formation continue, conseillers pédagogiques, dispositifs de formation.

# ACCOMPAGNER UNE RECHERCHE – ACTION EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES DANS LE CADRE DU MÉMOIRE PROFESSIONNEL DE FIN D'ÉTUDES

**Elisabeth CAVAT**

Professeure formatrice HEP Lausanne Suisse  
elisabeth.stierli-cavat@hepl.ch

## Résumé

Cette communication est un témoignage de pratique de formatrice-accompagnante d'étudiants qui entreprennent une recherche – action pour leur mémoire professionnel de fin d'étude à la Haute École Pédagogique du canton de Vaud en Suisse. L'objectif de la présentation est de montrer, à travers deux exemples, les effets formateurs qui résultent de la réalisation de ce type de mémoire. Tout au long de l'opérationnalisation du travail des mémorantes, l'auteure a interagi et gardé des traces des échanges et réalisé plusieurs lectures des documents qu'elles lui soumettaient. Cela lui a permis de choisir quelques extraits représentatifs à la fois des apprentissages des élèves et des compétences construites par leur enseignante dans la séquence de mathématiques. Convaincue que la recherche – action est productrice de savoirs et de gestes professionnels et tout en s'appuyant sur ces deux expériences d'accompagnement, elle a opté pour un changement de posture passant ainsi de directrice à accompagnante de mémoires professionnels. D'autres expériences sont venues enrichir ses convictions que la Recherche-Action-Formation a un sens pour tous les acteurs dans la formation en alternance.

## Exploitations possibles

Cet article peut fournir des pistes intéressantes pour repenser l'encadrement des mémoires professionnels dans la formation par l'accompagnement des professeurs des écoles dans une recherche-action.

## Mots-clés

Formation initiale, mémoire professionnel, recherche-action, accompagnement professionnel.

# FORMATION DES PROFESSEURS DES ECOLES ET DÉVELOPPEMENT DE COMPÉTENCES MATHÉMATIQUES

**Christine CHOQUET**

Formatrice, ESPE de l'académie de Nantes  
CREN, Université de Nantes  
[christine.choquet@univ-nantes.fr](mailto:christine.choquet@univ-nantes.fr)

## Résumé

L'article présente des interrogations sur les moyens d'engager avec des étudiants en formation initiale une réflexion sur les injonctions officielles, et notamment les six compétences mathématiques à développer chez tous les élèves : chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer, communiquer.

L'article présente un module de formation proposé à des étudiants de M1 MEEF au début du premier semestre, visant parallèlement à développer ces compétences chez les étudiants et à étudier avec eux des moyens de les développer chez des élèves de cycles 2 et 3.

L'article engage plus largement une réflexion sur les conditions de transmission à des étudiants de différents types de savoirs mathématiques et didactiques nécessaires à leurs pratiques futures.

## Exploitations possibles

Cet article peut intéresser particulièrement les formateurs ou chercheurs impliqués dans le pilotage de dispositifs de formation en M1 MEEF, car il décrit précisément un dispositif de formation.

Il intéressera plus largement toute personne concernée par une réflexion sur les différents types de savoirs mathématiques et didactiques nécessaires au futur professeur des écoles.

## Mots-clés

Formation initiale, programmes d'enseignement, instructions officielles, dispositif d'apprentissage, résolution de problèmes.

# DE LA SITUATION-PROBLÈME À L'ANALYSE DIDACTIQUE : EXEMPLE DE LA CONSTRUCTION DU CÔNE EN FORMATION INITIALE DES M1

**Françoise JORE**

Maître de Conférences, UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE L'OUEST - ANGERS  
Equipe PESSOA UCO  
jore@uco.fr

**Isabelle TRIN-DAGUE**

Formateur, ISFEC IND-E -ANGERS  
i.dague@ind-esperance.org

## Résumé

Dans les séances de géométrie dans l'espace pour les étudiants de M1 du Master MEEF, parcours premier degré, une séance de construction de cône est proposée. Il s'agit ensuite de faire une analyse didactique détaillée de la situation avec les étudiants. Les concepts didactiques peuvent alors être un outil d'analyse, qui permet de mieux comprendre certains éléments du déroulement de la séance, dans le but d'un transfert dans des activités pour la classe mais également de favoriser l'appropriation des connaissances et compétences mathématiques en jeu dans la construction demandée. Celles-ci sont nouvelles pour une majorité d'étudiants, ce qui va favoriser du point de vue du formateur la mise en œuvre d'une « stratégie d'homologie-transposition » (Kuzniak, 1994) ou plus précisément une « stratégie d'homologie enrichie par des réflexions d'ordre didactique », (Celi & Jore, 2014). Ce texte explicitera l'analyse mathématique et didactique de la situation proposée, proposera quelques résultats de mises en œuvre de cette séance, et mettra en évidence les divers concepts didactiques pouvant être travaillés avec les étudiants dans le cadre de cette activité.

## Exploitations possibles

Cet article propose une situation de formation pour les étudiants futurs professeurs des écoles en Master 1 s'appuyant sur la construction d'un patron du cône. L'analyse fine des choix des auteurs et de productions d'étudiants permet au formateur de s'approprier la richesse et le potentiel de la tâche proposée en dégageant les connaissances mathématiques, didactiques et pédagogiques qui sont ainsi susceptibles d'être abordées en formation initiale.

## Mots-clés

Géométrie dans l'espace ; Cône ; Représentations planes ; Situation-problème.

# LE JOURNAL DES MATHÉMATIQUES

Erik KERMORVANT  
PRAG, ESPE de Bretagne  
erik.kermorvant@espe-bretagne.fr

## Résumé

Cette communication a pour but de présenter l'utilisation du Journal des Mathématiques dans le cadre d'ACE-Arithmécole, mais également son usage dans des classes qui ne suivent pas la progression ACE du cycle 2 au cycle 3. Le journal des mathématiques (Sensevy 1996) est un outil intégré à l'enseignement des mathématiques, depuis 2011 dans le cadre de la recherche ACE-Arithmécole (2017) sur l'enseignement du nombre et du calcul en CP et CE1.

Cet outil est un cahier spécifique dans lequel chaque élève est amené à produire des mathématiques à partir d'incitations données par le professeur. Ces productions peuvent ensuite être reprises, discutées, et servir de point de départ pour de nouvelles incitations pour toute la classe.

Les extraits présentés illustrent une progression proposée par ACE dans différents domaines dans une classe de CP.

## Exploitations possibles

En classe l'outil journal mathématiques peut être utilisé. En formation initiale ou continue, l'outil journal des mathématiques, les progressions proposées, les productions d'élèves peuvent être des éléments formation réflexive à l'utilisation de ressources.

## Mots-clés

Journal, ressource, progression, formation des enseignants, outils pour la classe, productions des élèves



# LE RALLYE MATHS IREM 95 : DES ÉPREUVES POUR LES CLASSES, UNE FORMATION POUR LES ENSEIGNANTS

Agnès **BATTON**  
ESPE de Versailles  
[agnes.batton@u-cergy.fr](mailto:agnes.batton@u-cergy.fr)

## Résumé (issu de l'article)

Créé en 2012, le Rallye Mathématiques IREM 95 s'adresse maintenant aux élèves de la Moyenne Section de maternelle à la sixième ainsi qu'à tous les élèves relevant de l'enseignant spécialisé.

Il s'agit de résoudre quatre problèmes, en classe entière mais avec des modalités spécifiques : travail en petits groupes puis mise en commun et débat argumentatif de manière à ce que les élèves communiquent et argumentent sur les procédures utilisées pour ensuite se mettre d'accord sur une seule production. L'enseignant régule la séance mais n'intervient pas. Les élèves sont autonomes et ont le droit de demander tout le matériel dont ils ont besoin.

Dans cette communication, une découverte de cette ressource et certaines des exploitations possibles en formation d'enseignants ou vers d'autres publics sont proposées.

En guise de préambule, nous présentons nos objectifs ainsi que la démarche qui ont conduit à la réalisation du Rallye puis nous décrivons les modalités de son utilisation par les classes. Ensuite nous exposons quelques-uns des énoncés présentant des caractéristiques différentes (niveau de classe, notions mathématiques visées) et pour lesquels nous avons reçus des réponses variées. Ces réponses de classes sont examinées en termes de conception d'élèves mais également en termes de degrés d'analyse des diverses postures et procédures d'élèves par leur enseignant. Puis nous décrivons rapidement les journées de jeux mathématiques du Rallye qui, sous une autre forme, permettent aux élèves d'être dans une nouvelle posture de résolution de problème. Enfin nous décrivons des formations susceptibles de favoriser le transfert d'une posture de recherche auprès des élèves : en contexte de classe auprès de PE (en formation continue), PES (en formation initiale), mais aussi hors classe, en médiation (Master 1) et animation (centre de loisirs) culturelle mathématique afin de développer, dans différents milieux, scolaire et non scolaire, la démarche d'investigation en mathématiques.

## Exploitations possibles

Formation initiale PE, formation continue PE

## Mots-clés

Rallye mathématiques  
Problèmes ouverts  
Scénario de formation

# UNE SITUATION DE FORMATION POUR APPRENDRE A VOIR EN GEOMETRIE

**Sylvia COUTAT**

Chargée d'enseignement, UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Equipe DIMAGE

Sylvia.Coutat@unige.ch

**Céline VENDEIRA**

Chargée d'enseignement, UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Equipe DIMAGE

Celine.Marechal@unige.ch

## Résumé

Ce texte présente une situation de formation utilisée dans la formation initiale d'enseignants du premier degré sur la reconnaissance de formes géométriques. Cette formation vise à entraîner chez les étudiants à un changement de regard sur les formes géométriques afin de construire une situation d'apprentissage pour des élèves de 4-8 ans autour de la reconnaissance de formes. Cette situation de formation s'appuie sur les travaux de Houdement et Kuzniak (1998) concernant les paradigmes géométriques ainsi que sur les travaux de Duval et Godin (2006) autour de la déconstruction dimensionnelle des formes. Selon nous, ce changement de regard des formes géométriques permettra d'accompagner le changement de paradigmes (entre GI et GII). Ces éléments théoriques sont finalement mis en pratique par les futurs enseignants à travers la préparation de différentes tâches (jeu du « qui est-ce ? » puis « jeu des familles » et « retrouve la bonne forme » (Coutat, Vendeira, 2016)). Ces tâches initialement conçues pour le primaire ont été adaptées aux enseignants en formation dans le but de faire émerger questionnements et réflexions autour de la reconnaissance de formes à l'école primaire. L'ensemble de cette formation est finalement motivée et analysée à travers les travaux de la didactique professionnelle (Pastré 2011) que nous présentons brièvement.

## Exploitations possibles

Cet article intéressera tout particulièrement les formateurs cherchant à construire des scénarios pour aborder, tant en formation initiale que continue, la question de la déconstruction dimensionnelle dès les premiers apprentissages à l'école maternelle.

Le praticien y trouvera des pistes de situations à proposer à ses élèves.

## Mots-clés

Formation initiale et continue; Géométrie ; Déconstruction dimensionnelle ; Reconnaissance de formes ; Ecole maternelle ; Didactique disciplinaire et professionnelle.

# LA FORMATION INITIALE DES MAÎTRES AU QUÉBEC : UNE AUTRE STRUCTURE, D'AUTRES ENJEUX

Annette BRACONNE-MICHOUX

Professeure, UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL  
annette.braconne-michoux@umontreal.ca

## Résumé

Pour être enseignant au Québec, il faut détenir un brevet d'enseignement émis par le Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). Ce texte présente les conditions dans lesquelles les étudiants à l'Université de Montréal obtiennent ce Brevet. Parmi tous les programmes de formation offerts à l'université, il s'attarde plus particulièrement sur celui qui conduit à l'enseignement au niveau primaire en adaptation scolaire. Ce programme est un programme de 1<sup>er</sup> cycle universitaire de 4 années, comprenant des cours théoriques et des stages.

Ce texte présente successivement la structure administrative dans laquelle ce programme de baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire au primaire s'inscrit ; le profil des étudiants admis dans ce programme et leurs conditions d'apprentissage (la prise en compte du niveau académique avec lequel les étudiants sont admis dans ce programme rend très grands les enjeux de la formation initiale) ; le profil des enseignants intervenant dans le programme ; la place de la didactique dans la formation et, brièvement, le devenir des étudiants après diplomation, et notamment les difficultés qu'ils rencontrent au cours de leurs premières années d'exercice : même si le taux de diplomation est assez élevé (70% sur 5 ans), il n'en reste pas moins vrai que 25% des étudiants qui ont obtenu le Brevet d'enseignement démissionnent dans les 5 ans qui suivent leur entrée sur le marché du travail.

## Exploitations possibles

- comparaison entre différents cursus de formation des enseignants : ce texte permet de disposer d'éléments précis sur la formation des enseignants au Québec.
- prise de recul par rapport à la formation des enseignants en France : difficultés rencontrées par les enseignants débutants, statut des formateurs, durée de la formation, organisation des stages, formation à l'enseignement spécialisé,...

**Mots-clés** : formation initiale des enseignants ; formation des enseignants ; formation des enseignants spécialisés ; enseignement à l'étranger ; Québec.

# L'ENSEIGNEMENT DES MATHS PAR L'ENSEIGNANT POLYVALENT : INVENTAIRE DE DIFFÉRENTS TYPES DE SÉANCES. ILLUSTRATION AU CP

**Aline BLANCHOUIN**

Professeure agrégée d'EPS, ESPE de Créteil-Upec-Paris XII

Experice

aline.blanchouin@wanadoo.fr

## Résumé

L'enjeu de cette communication est double :

1/ Proposer une typologie de séances observées au cours d'une année de CP spécifiées comme « séance de mathématiques » par l'enseignant polyvalent dans son cahier journal (ce qu'il s'était donné à faire, « l'auto-prescrit ») puis après coup (lors d'entretiens) ;

2/ Poser que chaque type de séances est légitime du point de vue du professeur des écoles (PE) car lui permettant de « tenir » le pari de la programmation quotidienne de l'ensemble du curriculum (Blanchouin, 2015a).

Dans cette perspective, l'auteure distingue cinq types de séances ou configurations de situations d'enseignement-apprentissage (Pastré, 2011) à partir de l'opposition que fait Reuter (2007) entre « pratiques à vivre pour les élèves et séances formelles ». Elle définit puis illustre donc les moments mathématiques correspondant à des séances : canoniques ; de jeux ; d'entraînement autonome ; de différenciation ; ou encore de pratique à vivre. Elle montre dès lors que la pluralité de ces configurations au cœur de la dynamique du procès quotidien de « la classe », est incontournable à prendre en compte (même si éloignée des prescriptions de la sphère de formation) pour que les mathématiques soient réellement programmées à la hauteur de l'attendu institutionnel.

## Exploitations possibles

Cet article fournit des pistes aux formateurs de professeurs des écoles pour comprendre l'écart entre le prescrit et le réalisé en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques à l'école. Il peut intéresser tout formateur impliqué dans la formation initiale, mais surtout continue des PE et l'aider à concevoir des dispositifs de formation en accompagnant les PE dans la prise en compte conjointe des attentes institutionnelles et des questions vives du métier d'enseignant polyvalent (différenciation, gestion du groupe classe...).

## Mots-clés

Polyvalence des PE, typologie des séances, situation d'enseignement-apprentissage, curriculum réel.

# LA PASCALINE COMME ENTREE DANS UNE FORMATION SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA NUMERATION ET DU CALCUL AU CP

**Sophie SOURY-LAVERGNE**

Maîtresse de Conférences  
INSTITUT FRANÇAIS DE L'EDUCATION ENS DE LYON  
ESPE de l'Académie de Grenoble  
Sophie.Soury-Lavergne@ens-lyon.fr

**Isabelle NOYGUES**

Professeur des Ecoles, MAISON POUR LA SCIENCE EN AUVERGNE  
Isabelle.Noygues@ac-clermont.fr

## Résumé

La pascaline est une machine arithmétique utilisée pour l'apprentissage de la numération décimale. A partir des travaux de recherche menés par l'IFE sur l'utilisation de la pascaline, le groupe de recherche de la MPSA, maison pour la science en Auvergne, a étudié l'intégration de cet outil dans une progression des apprentissages au CP proposée par le manuel *CAP Maths* (Hatier, 2009). Pour dénombrer une collection inaccessible, les élèves ont été amenés à produire une collection de sons éphémères, les clics de la pascaline, dont la quantité est mesurée par la pascaline à la manière d'un compteur. La réflexion sur l'introduction de cet outil de dénombrement dans la séquence d'activités numériques ordinaires a été l'occasion de compléments de formation pour les enseignants participant au groupe de travail sur des thèmes tels que : fonctions des nombres entiers, systèmes de numération, grandeurs et mesures.

## Exploitations possibles

L'article propose une réflexion sur l'intégration de la pascaline dans une séquence sur la numération décimale (et plus particulièrement l'introduction de la dizaine) en CP. Cet article peut donc intéresser aussi bien le chercheur en didactique des mathématiques, le professeur des écoles ainsi que le formateur en mathématique.

## Mots-clés

Pascaline, dizaine, numération, collection, CP, cycle 2.

# QUELLE PRISE EN COMPTE DES GESTES PROFESSIONNELS DU MAITRE DANS LA PRODUCTION DE RESSOURCES ISSUES DE RECHERCHES ?

**Henri-Claude ARGAUD**  
Equipe ERMEL (Ifé)  
Hargaud@gmail.com

**Jacques DOUAIRE**  
Equipe ERMEL (Ifé)  
Jacques.douaire@wanadoo.fr

**Fabien EMPRIN**  
Equipe ERMEL (Ifé), ESPE de l'académie de Reims, URCA-CEREP  
Fabien.emrpin@univ-reims.fr

## Résumé

Les ressources produites par l'équipe ERMEL s'appuient sur l'analyse des pratiques enseignantes qu'elles visent à transformer et nécessitent des gestes professionnels pour la conduite des situations didactiques.

Comment identifier ces gestes pour permettre à l'enseignant d'utiliser de tels dispositifs ?

Comment dans une ressource accompagner l'enseignant dans des choix liés aux caractéristiques de sa classe ?

Nous présentons des éléments d'analyse et qui pourraient contribuer à une réflexion sur ces questions.

## Exploitations possibles

Cet article éclairera ceux qui s'interrogent sur la production de ressources prenant en compte la nature des apprentissages qu'elles permettent chez les élèves tout autant que la contribution qu'elles apportent à la construction des gestes professionnels des enseignants, notamment débutants.

Plus globalement, par les questions qui y sont soulevées, le formateur trouvera matière à analyser le travail enseignant en mathématiques.

## Mots-clés

Ressources, didactique des mathématiques, formation des enseignants, activité de l'enseignant.



# UNE ANALYSE D'UN DISPOSITIF DE FORMATION INITIALE : DES ATELIERS DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE EN MATERNELLE AVEC DES ÉTUDIANTS DE M1

**Ludovic TISSERAND**

PEMF, ACADEMIE DE PARIS

[ludovic.tisserand@ac-paris.fr](mailto:ludovic.tisserand@ac-paris.fr)

**Anne BILGOT et Emmanuelle SERVAT**

PRAG-PESPE, ESPE DE PARIS

[anne.bilgot@espe-paris.fr](mailto:anne.bilgot@espe-paris.fr)

[emmanuelle.servat@espe-paris.fr](mailto:emmanuelle.servat@espe-paris.fr)

## Résumé

A l'ESPE de Paris, chaque étudiant participe au cours de l'année de M1 à deux Ateliers de Pratique Professionnelle. Ce texte décrit certains aspects du travail qui est conduit depuis plusieurs années lors d'Ateliers de Pratique Professionnelle de mathématiques en maternelle par des binômes constitués d'un formateur en mathématiques et d'un maître-formateur. Il explique en particulier, en quoi, selon ces formateurs, ces dispositifs peuvent contribuer :

- à la formation initiale des professeurs des écoles sur la construction du nombre ;
- à questionner certaines modalités pédagogiques concernant les apprentissages en maternelle (les « rituels » et la place du jeu par exemple) ;
- à la formation de formateurs, par les échanges qui s'opèrent lors de ce travail conjoint entre un PESPE et un PEMF.

## Exploitations possibles

L'article relate un dispositif de formation professionnelle à destination des M1 en maternelle. La richesse de son contenu peut intéresser aussi bien le formateur (PEMF, PESPE, CPC) en quête de formation pertinente pour ses étudiants ou de modalité de travail en formation continue. Le PE y trouvera également des idées de mise en œuvre de situations classiques tout en les revisitant et en les problématisant. Cet article peut également servir de base de travail pour la conduite de mémoires de M2.

## Mots-clés

Atelier de Pratique Professionnelle, maternelle, rituel, formation initiale, M1.

## LISTE DES PARTICIPANTS

ADIHOU	ADOLPHE	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
ALLARD	CECILE	Professeur permanent ESPE	UPEC
ARGAUD	HENRI-CLAUDE	Enseignant-chercheur	ESPE GRENOBLE
ARTHAUD	ISABELLE	IMF - PEMF	ECOLE DE CANTELOUBE
AUBRY	ISABELLE	Professeur associé ESPE	ESPE ( SITE DE GUERET)
BALEGNO	MARTINE	Autre	HEP
BARBIER	LAURA	Enseignant-chercheur	ECOLE ÉLÉMENTAIRE FONDCHAUD
BATTEAU	VALÉRIE	Autre	HAUTE ECOLE PÉDAGOGIQUE LAUSANNE
BATTON	AGNÈS	Professeur permanent ESPE	ESPÉ VERSAILLES
BENAT	GUY	Professeur associé ESPE	LYCEE C ET A DUPUY
BERGEAUT	JEAN-FRANÇOIS	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI-PYRÉNÉES
BERGER	PATRICK	Professeur permanent ESPE	ESPE LYON
BERROUILLER	CÉCILE	Professeur permanent ESPE	ESPE AIX-MARSEILLE
BILGOT	ANNE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE PARIS
BILLY	CHRISTOPHE	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI-PYRÉNÉES SITE D'ALBI
BOIS	ISABELLE	Professeur permanent ESPE	UNIVERSITE CERGY PONTOISE
BONNET-PHILIP	BRIGITTE	Conseiller pédagogique	CIRCONSCRIPTION MONTPELLIER OUEST
BORATTO	MARIE-FRANÇOISE	Professeur permanent ESPE	ESPÉ AIX MARSEILLE SITE D'AIX
BRACONNE-MICHOUX	ANNETTE	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
BRASSET	NATHALIE	Autre	LIG
BRISAC	JESSICA	Professeur permanent ESPE	ESPE PARIS
BRISSIAUD	RÉMI	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ PARIS 8
BUENO-RAVEL	LÆTITIA	Enseignant-chercheur	ESPE DE BRETAGNE

BÜNZLI	LUC-OLIVIER	Autre	HAUTE ÉCOLE PÉDAGOGIQUE DU CANTON DE VAUD
CAILHOL	MARC	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI- PYRÉNÉES SITE DE RODEZ
CAMUS	ANNE LISE	Enseignante	LUCÉE CH. ET A. DUPUY
CARATY	CORINNE	Autre	EDITIONS HATIER
CARRARD	CHRISTIAN	Autre	HAUTE ÉCOLE PÉDAGOGIQUE VAUD
CELI	VALENTINA	Enseignant- chercheur	ESPE D'AQUITAINE
CHAMBON	LIONEL	Professeur permanent ESPE	ESPE DE FRANCHE-COMTÉ
CHOQUET	CHRISTINE	Professeur permanent ESPE	ESPE ACADEMIE DE NANTES SITE LE MANS
CLÉRIN	JEAN-MARC	Professeur permanent ESPE	ESPE
CONSTANTIN	CÉLINE	Autre	
COUDERETE	MICHÈLE	Professeur permanent ESPE	ESPE - MIDI PYRÉNÉES
COUDERT	ALINE	Professeur permanent ESPE	ESPE
COURCELLE	BRUNO	Professeur permanent ESPE	ESPÉ AUVERGNE SITE DU PUY EN VELAY
COUTAT	SYLVIA	Enseignant- chercheur	UNIVERSITÉ DE GENÈVE
CROSET	MARIE- CAROLINE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE GRENOBLE
DANOS	PIERRE	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI- PYRÉNÉES - SITE D'AUCH
DANTHONY	JACQUES	IMF - PEMF	ECOLE EDITH PIAF
DAURIAC	PHILIPPE	Professeur permanent ESPE	ESPE CLERMONT- AUVERGNE SITE D'AURILLAC
DE KOCKER	NICOLAS	Professeur permanent ESPE	ESPE DE LORRAINE SITE D'EPINAL
DE SIMONE	MARINA	Autre	IFÉ
DEFAY	BRUNO	Conseiller pédagogique	IEN LE PUU-YSSINGEAUX
DEHAYE	RENAUD	Professeur permanent ESPE	ESPÉ DE LORRAINE
DÉNERVAUD	STÉPHANIE	Autre	HEP LAUSANNE
DIAS	THIERRY	Enseignant- chercheur	HAUTE ECOLE PÉDAGOGIQUE
DINANT	JEAN-LUC	Conseiller pédagogique	IEN
DISSA	SINALY	Enseignant-	ENSUP DE BAMAKO

		chercheur	
DOUAIRE	JACQUES	Enseignant-chercheur	
DRAPEAU	ANNE	IMF - PEMF	ECOLE MATERNELLE
DUBOULOZ-DUPRAZ	FRANÇOISE	Professeur associé ESPE	ESPE
DUFY	CECILE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE L'ACADÉMIE DE CAEN
ELAIDI	OMAR	Autre	LYCÉE TECHNIQUE L'EXCELLENCE
EMPRIN	FABIEN	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ DE REIMS - ESPE
ESBELIN	ALEX	Enseignant-chercheur	ESPE, UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL
EYSSERIC	PIERRE	Professeur permanent ESPE	ESPE AMU
FRUCHON	CEDRIC	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI-PYRÉNÉES
GAGNEUX	HÉLÈNE	Professeur permanent ESPE	ESPE CVL BOURGES
GALI	SARAH	Autre	IEN COURNON VAL D'ALLIER
GASTAL	SOPHIE	IMF - PEMF	ÉCOLE LÉO MALET
GATEAU	AGNÈS	Conseiller pédagogique	ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE
GIAUFFRET	LAURENT	Conseiller pédagogique	DSDEN06
GIBEL	PATRICK	Enseignant-chercheur	ESPE D'AQUITAINE
GINOULLAC	STÉPHANE	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN
GIRARDOT	CAROLINE	Professeur associé ESPE	COLLÈGE BERNARD PALISSY
GIRMENS	YVES	Autre	ESPE PERPIGNAN
GODCHAUX	CÉCILE	IMF - PEMF	DSDEN LE PUY EN VELAY
GORY	MATTHIEU	Conseiller pédagogique	
GRIETENS	GWENAELLE	Professeur permanent ESPE	ESPE LA ROCHE SUR YON
GUIOL	DANIELA	Professeur permanent ESPE	ESPE GRENOBLE
GUISSET	PHILIPPE	Conseiller pédagogique	CIRCONSCRIPTION
HAAN	DENIS	Enseignant-chercheur	HEPL
HERAULT	FRANÇOISE	Professeur permanent ESPE	ESPE PARIS
JAECK	CORINNE	Professeur permanent	ESPÉ D'ALSACE

		ESPE	
JEGO	CARINE	Autre	ISFEC
JORE	FRANÇOISE	Enseignant-chercheur	UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE L'OUEST
KERMORVANT	ERIK	Professeur permanent ESPE	ESPE DE BRETAGNE, SITE DE SAINT BRIEUC
LARGUIER	MIRENE	Enseignant-chercheur	FACULTÉ D'ÉDUCATION
LAURENÇOT-SORGIUS	ISABELLE	Professeur permanent ESPE	ESPE TOULOUSE MIDI-PYRÉNÉES SITE TOULOUSE RAN
LAVAL	DOMINIQUE	Professeur associé ESPE	ESPÉ ACADÉMIE DE VERSAILLES - UCP
LE DANTEC	OLIVIER	Professeur permanent ESPE	ESPE DE L'ACADÉMIE DE NICE
LEROYER	LAURENCE	Professeur permanent ESPE	ESPE ACADÉMIE DE CAEN
MALET	AGNES	Conseiller pédagogique	DSDEN
MALONGA MOUNGABIO	FERNAND	Enseignant-chercheur	ECOLE NORMALE SUPÉRIEURE
MANGIANTE	CHRISTINE	Enseignant-chercheur	ESPE LILLE NORD DE FRANCE
MASSELOT	PASCALE	Enseignant-chercheur	ESPE DE VERSAILLES UCP
MATHÉ	ANNE-CÉCILE	Enseignant-chercheur	ESPE AUVERGNE
MAURIN	CLAUDE	Autre	HACHETTE EDUCATION
MERCIER	MYRIAM	Autre	ISFEC
MONOD	JEAN-DANIEL	Autre	RETRAITÉ
MORE	MALIKA	Enseignant-chercheur	IREM/MPSA
MOUNIER	ERIC	Enseignant-chercheur	ESPE DE L'ACADÉMIE DE CRÉTEIL
MULET-MARQUIS	CÉLINE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE L'AC DE GRENOBLE, ANTENNE DE CHAMBÉRY
NIEL	CHRISTINE	Autre	
NOYGUES	ISABELLE	Autre	ÉCOLE PRIMAIRE
PANA-MARTIN	FRANCINE	Conseiller pédagogique	INSPECTION DE L'ÉDUCATION NATIONALE
PETITFOUR	EDITH	Professeur permanent ESPE	ESPE LORRAINE
PFUFF	NATHALIE	Professeur permanent ESPE	ESPE CRETEIL
PINCELOUP	BENOIT	Autre	ECOLE ÉLÉMENTAIRE DE LAILLY EN VAL
PRALONG	MARIE-CHRISTINE	Conseiller pédagogique	ESPE LE PUY
RABATEL	JEAN-PIERRE	IMF - PEMF	IFÉ
RADZYNSKI	HÉLÈNE	Professeur	ESPE VERSAILLES UCP SITE

		permanent ESPE	DE SAINT-GERMAIN
REYDY	CARINE	Professeur permanent ESPE	ESPE D'AQUITAINE
RICHARD	PATRICIA	Professeur permanent ESPE	ESPE DE VERSAILLES
RIVIÈRE	OLIVIER	Professeur permanent ESPE	ESPE AUVERGNE
ROUX	AURÉLIE	Professeur permanent ESPE	ESPE CHAMALIÈRES
ROZAN	AUDE	IMF - PEMF	ÉCOLE MATERNELLE LES CORMIERS
SERMENT	JIMMY	Enseignant- chercheur	PRIMAIRE DE PULLY
SERVAT	EMMANUELLE	Professeur permanent ESPE	ESPE PARIS
SIMARD	ARNAUD	Enseignant- chercheur	ESPE FRANCHE COMTÉ
SORT	CARINE	Professeur permanent ESPE	ESPE AQUITAINE SITE DE MONT DE MARSAN
SOURY- LAVERGNE	SOPHIE	Enseignant- chercheur	IFE
SPITALAS	CHRISTIAN	Professeur permanent ESPE	ESPE AQUITAINE
STEF	ANDRÉ	Enseignant- chercheur	FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES/IREM
STIERLI CAVAT	ELISABETH	Autre	HEP VAUD
TATHY	CHRISTIAN	Enseignant- chercheur	ECOLE NORMALE SUPÉRIEURE
TAVEAU	CATHERINE	Professeur permanent ESPE	ESPE AQUITAINE
TEMPIER	FRÉDÉRIK	Enseignant- chercheur	ESPE DE VERSAILLES
THOMAS	CATHERINE	Professeur permanent ESPE	ESPE STRASBOURG
TISSERAND	LUDOVIC	IMF - PEMF	ECOLE MATERNELLE
TOROMANOFF	JEAN	Professeur permanent ESPE	ESPE ORLÉANS
URRUTY	PATRICK	Professeur permanent ESPE	ESPE AQUITAINE
VENDEIRA	CÉLINE	Enseignant- chercheur	UNIVERSITÉ DE GENÈVE
VILLAIN	NATHALIE	Professeur permanent ESPE	ESPE-PARIS
VOISIN	SAMUEL	Professeur permanent ESPE	ESPE ACADÉMIE DE CAEN UNICAEN



WINDER	CLAIRE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE NICE - CENTRE DRAGUIGNAN
ZUCCHETTA	HELENE	Professeur permanent ESPE	ESPE DE LYON
ZUCCHETTA	JEAN FRANÇOIS	Professeur permanent ESPE	ESPE DE LYON